

**Національний технічний університет України  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ігоря Сікорського»**

**МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра технології машинобудування

**Магістерська  
дисертація на здобуття  
ступеня магістра**

Груповий технологічний процес обробки деталей

Автор Осташевич Євген Олегович

Н.кер. Медведєв В.В.

2019

## РЕФЕРАТ

Осташевич Є.О. Груповий технологічний процес обробки деталей  
магістерська дис.: 131. Прикладна механіка. Технології машинобудування/  
Осташевич Євген Олегович. -Київ, 2019. - 57 с.

Магістерська дисертація містить 57 сторінок, 28 рисунків, 12 таблиці, 15 літературних джерел.

**Актуальність теми:** групові технологічні процеси відіграють велику роль у мілко серійному і серійному виробництві, цей напрям не достатньо розвинутий на підприємствах, тому залишається актуальним до сих пір.

**Метою роботи** є дослідити групові технологічні процеси, пристосування, обладнання, розробку оснастки, та автоматичне проектування. Для досягнення поставлених цілей були сформульовані і вирішені наступні завдання:

1. Розглянути технологічні рішення, які використовують при груповому технологічному процесі.
2. Розглянути розробку групових пристосувань
3. Розглянути програмне забезпечення для роботи з груповими технологічними процесами

**Об'єктом дослідження** груповий технологічний процес обробки деталей.

**Предметом дослідження** є технологічні рішення, пристосування, обладнання та інструмент.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

1. Розкрито основи і етапи формування групових технологічних процесів.
2. Визначено вимоги до оснастки для групової технології.

**Практична значимість одержаних результатів:**

1. Розроблено груповий технологічний процес, за допомогою САПР системи на базі загального технологічного процесу.

За темою магістерської дисертації було опубліковано одну наукову публікації, за кордоном.

**ВПРОВАДЖЕННЯ ГРУПОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

## ABSTACT

Ostashevich Y.O. Group technological process of details processing Master's degree: 131. Applied mechanics. Engineering Technology / Ostashevych Yevhen Olegovich. - Kiev, 2019. - 63 p.

The master's thesis contains 63 pages, 28 drawings, 12 tables, 15 literary sources.

**The relevance of the topic:** group technological processes play a large role in finely mass and batch production, this area is not sufficiently developed in enterprises, so it remains relevant today.

**The purpose of the work** is to investigate group technological processes, adaptations, equipment, tooling development, and automatic design. In order to achieve these goals, the following tasks were formulated and solved:

1. Consider the technological solutions used in the group technological process.
2. Consider the development of group adaptations
3. Consider software for working with group technological processes

**The object of research** is a group technological process of workpiece processing.

**The subject of research** is technological solutions, devices, equipment and tools. Scientific novelty of the obtained results:

1. The basics and stages of formation of group technological processes are revealed.
2. Requirements for equipment for group technology are defined.

**The practical significance of the results obtained:**

1. A group technological process is developed, using CAD system based on the general technological process.

On the topic of the master's thesis, one scientific publication was published abroad. IMPLEMENTATION OF GROUP TECHNOLOGICAL PROCESSES

## Зміст

Вступ.....	7
1. Огляд літератури.....	8
1.1 Види технологічних процесів.....	8
1.2 Групові технологічні процеси в заготівельних цехах.....	12
1.3 Вимоги до оснастки і інструменти при проектуванні ГТП.....	14
2. Проектування групових технологічних процесів.....	15
2.1 Основи проектування ГТП.....	15
2.2 Проектування комплексної деталі.....	17
2.3 Методи проектування групового ТП.....	18
2.4 Методи проектування технологічної оснастки для ГТП.....	22
2.5 Групове обладнання з переналадкою ЧПК.....	24
2.6 Проектування ГТП .....	30
2.7 Програмне забезпечення для роботи з ГТП САПР «ТехноПро»....	31
3. Практичне створення ГТП .....	34
3.1 Створення комплексної деталі.....	36
3.2 Розробка ГТП.....	37
3.3 Створення ТП для деталі групи.....	40
3.4 Робота з ГТП в САПР «ТехноПро».....	41
4. Стартап проект .....	49
Висновки.....	55
Список використаних джерел.....	56
Додатки	

## **Вступ**

В роботі розглядається групові технологічні процеси, оснастка яка для них використовується, програмне забезпечення для роботи з груповими технологічними процесами. Основи проектування ГТП, вимоги до оснастки і групових технологічних процесів. Розглянуті переваги ГТП, та їх недоліки.

ГТП мають велику економічну ефективність при запровадженні їх на підприємстві, а за рахунок автоматизації проектування ТП, за допомогою САПР систем скорочують час на підготовку. Особливо ефективно запровадження групової технології у мілко серійне і серійне виробництво, ефективність досягається за рахунок використання технологій масового і крупносерійного виробництв, що дозволяє підвищити продуктивність обробки.

## Огляд літератури

### 1.1 Види технологічних процесів

В машинобудування розрізняють різні види технологічних, в залежності від умов виробництва та призначення ТП. Різновид ТП визначають за кількість деталей які охоплює ТП.

**Одиничний ТП** – процес виготовлення деталей одного найменування, незалежно від типу виробництва. Такі ТП розробляють для «оригінальних» деталей, які не мають загальних ознак з виробами які вже виготовлялися раніше.

**Уніфікований ТП** – процес який відноситься до групи деталей, які характеризуються спільністю конструктивних і технологічних ознак. Уніфіковані ТП поділяються на типові і групові. Такі процеси широко використовуються в мілко серійному та серійному виробництвах і частково у крупносерійному. Використання такого типу ТП залежить від наявності спеціалізованих дільниць, переналагоджувальної оснастки і обладнання.

**Типові ТП** – процес виготовлення групи деталей з загальними конструктивними і технологічними ознаками. Він характеризується спільністю змісту і послідовності технологічних операцій і переходів. Також вони являються базою для розробки стандартів на типові ТП

**Груповий ТП** - процес виготовлення групи деталей з різними конструктивними, але з загальними технологічними ознаками.

**Перспективний ТП** – процес, який відповідає сучасним досягнення техніки і науки, які потрібно повністю або частково потрібно освоїти на підприємстві.

**Робочий ТП** – процес який виконується по робочій технологічній і (або) конструкторській документації. Його розробляють тільки для виготовлення або ремонту конкретного предмету виробництва.

**Проектний ТП** – процес який виконується на попередньому проекту технологічної документації.

**Тимчасовий ТП** – процес який використовують на підприємстві в обмежений період часу. Його можна використовувати при відсутності потрібного обладнання або в зв'язку з аварією до заміни.

**Стандартний ТП** – процес які встановлений стандартом. Під цим розуміють ТП який виконується по технологічній і(або) конструкторській документації, яка оформлена по стандартам і відноситься до конкретного обладнання, оснастки та режимів обробки.

**Комплексний ТП** – процес в склад якого входять не тільки технологічні операції, а ще й операції переміщення, контролю і т.п. Такі процеси створюють для автоматичних ліній і гнучких автоматизованих виробничих систем.



Рис.1.1 Класифікація технологічних процесів

Для підвищення техніко – економічної продуктивності виробництва треба більше ефективно використовувати обладнання, оптимізувати час на переналадку оснастки для обробки різних деталей, а також автоматизувати виробництво. За рахунок стандартизації і уніфікації ТП і обладнання, можна скоротити кількість обладнання, оснастки, та максимально ефективно використовувати верстати, за рахунок того, що час на переналадку буде значно меншим. Основними методами уніфікації є типізація технологічних процесів та груповий метод обробки. Вони мають велике значення для автоматизації мало серійного і серійного. Ці напрямки різні, в різних випадках допомагають вирішувати задачу стандартизації технологічних процесів і оснастки. ГТП був створений на базі типового ТП. Основною різницею серед них є те, що ГТП направлений на виготовлення деталей з різними конструктивними але з загальними технологічними ознаками, а типовий технологічний процес спрямований на виготовлення групи деталей зі спільними конструктивними і технологічними ознаками. Типізація зумовлена великою різноманітністю варіантів ТП, оскільки при розробці



нового ТП, технолог не враховує вже існуючі варіанти, наприклад при зміні об'єкту виробництва весь процес впровадження у виробництво починається з нуля і значна частина ТП дублюється з раніше розроблених, при цьому отримати потрібний ТП можна переходом від вже існуючого з незначними змінами, зберігаючи стандартизовані параметри, характерні для даного типу. Типізація являється одним з найбільш прогресивних напрямків вдосконалення виробництва. Існує велика різноманітність деталей серед яких можна знайти велику кількість деталей аналогічної конфігурації, матеріалу, близьких по точності, а також розмірам. Найчастіше такі деталі на різних заводах виробляють різними способами і з різною виробничою і економічною ефективністю. Типізація забезпечує усунення різноманітності технологічних процесів і зведення їх кількості до обмеженої кількості, які служать базою для типових ТП. Вона допомагає виготовляти деталі схожої конфігурації і технологічних особливостей, по однаковим ТП, які базуються на використанні найбільш прогресивних способів обробки, що забезпечують високу продуктивність і економічність виробництва. Типізацію можуть проводити про трьом напрямках:

1. Обробка окремих поверхонь
2. Обробка окремих(типових) поєднань поверхонь
3. Обробка заготовок.

Типізація по будь якому напрямку починається з класифікації поверхонь, деталей. При класифікації окремих поверхонь визначними факторами є: форма поверхні, точність, розміри, матеріал. При обробці поєднань поверхонь які зустрічаються у різних заготовок, обробка ведеться при незмінній технологічній базі, на одних верстатах, однаковим інструментом з однаковою послідовністю переходів. Ознаками при класифікації являються: конфігурація окремих поверхонь, їх взаємне положення, точність обробки і їх взаємного положення, розміри і матеріал. Ці два методи типізації не завжди вирішують задачі типізації вихідної заготовки і не завжди визначають послідовність обробки окремих поверхонь конкретної заготовки. Для вирішення цієї задачі використовують типізацію обробки заготовок. Ознаками для класифікації тут служить конфігурація заготовки, розміри, точність обробки, матеріал заготовки. Крім основних ознак, також використовують загальний об'єм виробництва і об'єм окремих партій. Класифікація об'єктів повинна забезпечувати усунення різноманітності заготовок, поверхонь і їх поєднань, зводити їх кількість до обмеженого числа, для яких можна розробити типовий ТП в декількох варіантах. Це дозволить для будь якого конкретного випадку найбільш раціонально отримати типовий ТП для заданих умов виробництва. Типовий ТП характеризується єдністю змісту і послідовності більшості технологічних операцій для групи деталей. При групуванні деталей для типових ТП основними факторами є форма, розміри, точність виготовлення, потрібна шорсткість, матеріал деталі. Оскільки для одного типу деталей можливо

побудувати декілька варіантів ТП, треба також враховувати об'єм виробництва і наявність відповідного обладнання.. Типізація ТП зменшує кількість варіантів обробки, з врахування типу виробництва, дає змогу зменшити час технічної підготовки підприємства, зменшити собівартість обробки, і підвищити продуктивність. [1]

Групові технологічні процеси були створені на базі типових технологічних процесів, для скорочення затрат часу на переналадку обладнання, за рахунок однотипних операцій, як результат, підвищення ефективності виробництва. Груповий ТП, це сукупність технологічних операцій які забезпечують обробку різних деталей групи по загальному технологічному маршруту, при цьому деталі групи можуть пропускати окремі операції. ГТП призначений для виготовлення або ремонту групи виробів з різними конструктивними але з загальними технологічними ознаками. Його розробляють з метою застосування методів велико серійного і масового виробництва у мало серійному і серійному виробництві. Групи деталей формують враховуючи матеріал деталі, форму заготовок, точність і шорсткість поверхонь, оснастка та верстати, форма деталей не являється основним фактором. При формуванні групи визначають комплексну деталь, яка містить поверхні всіх деталей групи. Для ГТП використовують групову або універсальну(переналагоджувальну) оснастку. Групову технологію використовують не тільки для виготовлення деталей, а також при заготівельних операціях.

## 1.2 Групові технологічні процеси в заготівельних цехах

Заготівельні операції також являються важливою частиною виробництва. Отримання заготовок близької форми і розмірам дозволяє використовувати меншу кількість матеріалу, зменшити трудоемність обробки, а це має велике економічне значення. Існує багато методів отримання заготовок близької форми до деталі. Найбільш поширені це штамповка, лиття. Ці методи найбільш використовують у крупносерійному і масовому виробництвах, за рахунок великої вартості впровадження таких методів, це не дає можливості використовувати їх в серійному і мілко серійному виробництвах.

Для таких випадків використовують групову технологію, а саме швидко переналагоджувальну оснастку. При цьому розробка оснастки ведеться не на окрему деталь, а на групу деталей. Під час гарячого штампування використовують різні конструкції групових блоків зі змінними вкладишами. Використовують універсальний блок, який розробляється для всієї групи деталей, а для отримання конкретних деталей використовують змінні матрицю і пуансон, при зміні яких не потрібно знімати блок з пресу. Така технологія при штампуванні дозволяє зменшити кількість матеріалу, оскільки для виготовлення нових деталей, потрібно тільки змінна матриця і пуансон. Під час розробки групового блоку і змінних вкладишів, потрібно враховувати конфігурацію деталей, конструкцію пресу, для фрикційних пресів використовують облойні штампи, для гідравлічних без облойні.

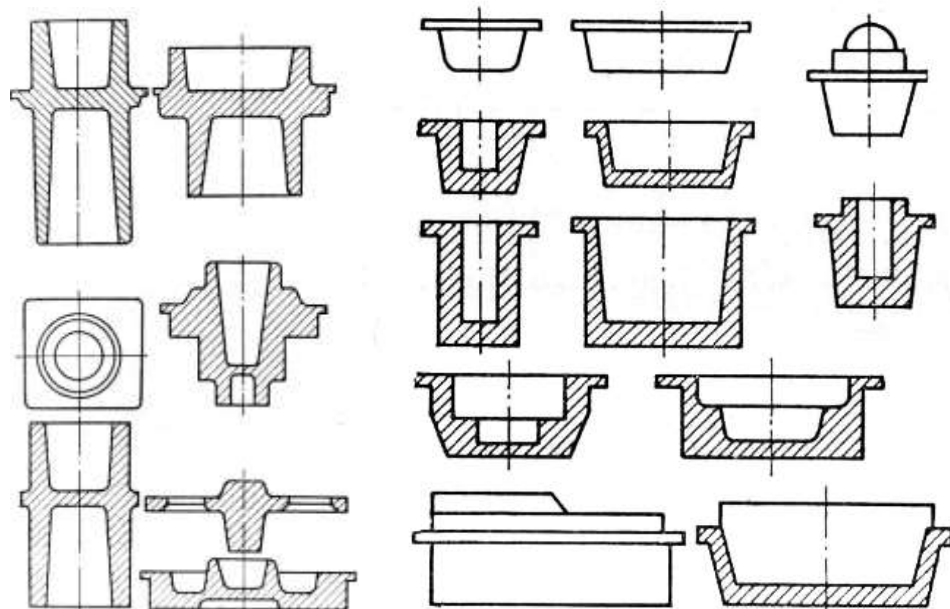


Рис. 1.2 Приклади груп деталей при штамповці

Для лиття також ефективно використовувати групову технології, за рахунок високої вартості блок-форм. Використання групових блок форм, дає можливість використовувати лиття в мілко серійному і серійному

виробництві. Для лиття також використовуються змінні вкладиші, що дозволяють отримати потрібку конфігурацію заготовки. Класифікація деталей у групи відбувається з врахуванням конструктивних особливостей блок-форм. На групування деталей впливають, габарити і маса литої деталі, площа роз'єму. Для отримання іншої деталі, схема аналогічна штамповці, потрібен тільки змінний вкладиш.

При холодній штамповці використовують групові (універсальні) блоки зі змінними пакетами. Така технологія дозволяє в одному блоці використовувати різні пакети для виготовлення деталей групи. Змінний пакет складається з матриці, направляючих колон, упорів, пуансона, і його тримача. Блок і пакет залежить від характеристик деталей.

Основною вимогою під час розробки ГТП для штамповки є виготовлення будь якої деталі групи без значних відхилень від технологічної схеми, з найбільшою техніко-економічною ефективністю. Найбільше ефективно групова технологія проявляється коли вся група деталей обробляється по єдиній схемі ГТП, у цьому випадку отримуємо високий техніко-економічний ефект.

### **1.3 Вимоги до оснастки і інструменти при проектуванні ГТП**

Економічність ТП залежить від коефіцієнта оснащення ( $K_0$ ), який визначається як відношення кількості найменувань спеціальних видів оснастки яка використовується, до кількості найменувань деталей які виробляються. Щоб максимально підвищити цей коефіцієнт використовують високо продуктивну оснастку, зменшують час і економічні затрати на проектування і виробництво оснастки. Обидві задачі вирішують за рахунок уніфікації технологічної підготовки підприємства, яка базується на типових і групових ТП. При проектуванні ГТП важливу роль відіграє інструментальне оснащення, обладнання та оснастка. Основними вимога до технологічної оснастки для ГТП, являються час на переналадку при переході виробництва від одної деталі групи до іншої, він повинен бути мінімальним, за рахунок цього підвищується ефективність виробництва. Також оснастка повинна забезпечувати обробку будь якої деталі групи, без значних відхилень від загальної схеми обробки і забезпечувати задану точність для всіх деталей групи.

## **2. Проектування групових технологічних процесів**

### **2.1 Основи проектування групового технологічного процесу**

Проектування ГТП починається з групування деталей, оскільки ТП розробляється для найскладнішої деталі групи, так званої комплексної деталі. При групуванні враховують конструктивні особливості, матеріал деталі, спільність геометричних форм, точність і шорсткість поверхонь. Групування деталей можна виконувати різними методами:

1. по конструктивно технологічній схожості деталей(вали, шестерні...)
2. по поверхням які оброблюються
3. по видам обробки, спільного оснащення і наладки верстата.

Всі ці методи по різному ефективні, в певних умовах, вибір методу залежить від умов конкретного виробництва. Роздивимось виробництво для якого груповий метод є найефективнішим, а саме серійне і мілко серійне виробництво, оскільки за рахунок групового методу можна використовувати технології масового і крупносерійного виробництв. Для такого типу виробництва високу ефективність має метод групування по типу обладнання, спільного оснащення.

Оскільки ТП розробляється для комплексної деталі, вона має містити в собі основні елементи деталей групи, які визначають конфігурацію деталі. Якщо в групі не вдалося визначити комплексну деталь, її можуть створюватись штучно. Комплексна деталь являється основою для розробки ГТП, оскільки при проектування ТП треба враховувати і оснастку, яка також проектується для комплексної деталі. Для спрощення проектування ГТП розроблять матрицю розмірів. По горизонталі вносять деталі групи, у вертикальний стовпчик вносять розміри комплексної деталі, в самій матриці проставляють 1 або «+» якщо для деталей містить зазначений розмір, і 0 або залишають пусте місце, якщо даного розміру деталь не має.

Табл. 2.1 Матриця розмірів.

Розмір	Деталь			
	Деталь 1	Деталь 2	...	Деталь n
Розмір 1	+			+
Розмір 2		+		
...				
...				
Розмір n	+			

Враховуючи що ГТП розробляється для комплексної деталі, можна сказати, що групування, класифікація і аналіз деталей, служать визначними факторами при розробці ГТП.

## 2.2 Проектування комплексної деталі

Комплексна деталь є основою для розробки ГТП, і оснастки. Комплексну деталь отримують шляхом аналізу і групуванню деталей, вона повинна містити всі основні поверхні, характерні для групи. Зазвичай найскладнішу деталь приймають за комплексну. Коли такої деталі не має в групі, її створюють штучно. Якщо є велика різноманітність деталей групи і присутня складність отримання комплексної деталі, її можуть замінити декількома деталями характерними для групи.

Отримати умовну комплексну деталь можна шляхом накладання на більш характерного представника групи, поверхонь які відсутні на цій деталі, але є у інших деталей групи. При цьому створюється геометричний образ комплексної деталі, який має всі геометричні особливості кожної деталі групи.

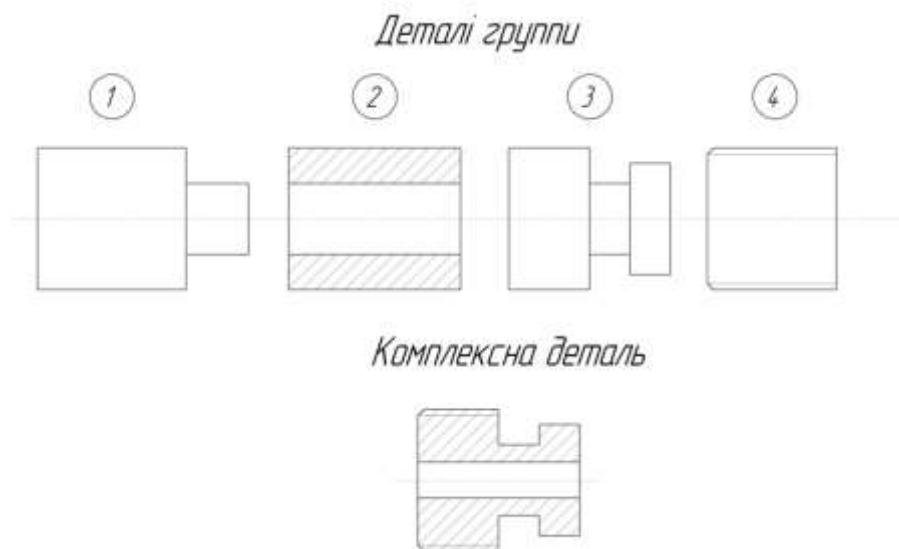


Рис. 2.1 Приклад комплексної деталі

Створення кресленика комплексної деталі можливо тільки за умови, якщо конфігурація деталей у групі не є надто складною. У випадках коли не можливо графічно відобразити деталь складної конфігурації використовують методику, при якій визначають комплекс основних ознак, які об'єднують різні деталі в групу. Такі характеристики можуть містити загальні технологічні переходи, поверхні за якими відбувається базування, та сам принцип базування, матеріал деталі, при чіткому аналізі розробити груповий ТП не складе труднощів і забезпечить обробку будь якої деталі групи. Створення комплексної деталі зручне для обробки на токарно – револьверних верстатах. При проектуванні групової обробки на фрезерних верстатах, поняття комплексної деталі втрачає своє значення.



## 2.3 Методи проектування ГТП

Після отримання групи деталей і комплексної деталі, переходять до проектування ТП. Груповий технологічний процес розробляють для комплексної деталі, він повинен забезпечити обробку будь якої деталі групи, без значних відхилень від загальної схеми, оскільки на базі ГТП формуються одиничні ТП для кожної деталі групи. В деяких випадках дозволяється заміна одного інструмента та наладка, яка не займає багато часу. Розробка ГТП тісно пов'язані з конструюванням групового пристосування, оскільки в процесі проектування пристосування може виявитись необхідність внести зміни в групу деталей і ТП.

При проектуванні ГТП треба враховувати:

- Оснастка повинна бути груповою або універсально – переналагоджувальною і повинна забезпечувати обробку всіх деталей групи.
- Обладнання повинно забезпечувати високо продуктивно обробку.
- Технологічна оснастка повинна забезпечувати задану точність для всіх деталей групи.
- Послідовність операцій в груповому ТП, повинен забезпечити обробку будь якої деталі групи з врахування технічних вимог.

Розробка групових ТП базується на стандартизації і уніфікації технологічних рішень. Основним методом проектування ГТП є метод адресації, цей метод характеризується високою типізацією рішень, він базується на вже існуючих ТП, шляхом пошуку деталей – аналогів.

Загальна схема такого методу:



I етап – пошук/вибір комплексної деталі

II етап – вибір з баз даних уніфікованого ТП для комплексної деталі

III етап – шляхом аналізу комплексної деталі і уніфікованого ТП, розробляють ТП для комплексної деталі, який побудований на базі уніфіковано ТП. На даному етапі отримуємо робочий ТП.

### Переваги:

1. Швидке отримання потрібного ТП, оскільки метод базується на типізації рішень

2. Оскільки метод базується на типізації, отримуємо всі переваги групової обробки.

**Недолік:**

1. Для такого методу потрібна розвинута групова технологія, та інформативна база.

Методи синтезу є більш універсальним методом, оскільки дозволяє отримати ТП для будь якої деталі. Зазвичай його використовують, коли немає можливості скористатися уніфікованими ТП. Є два типи синтезу: спадний і східний синтез.

Спадний базується на використанні елементарних типових рішень, на низькому рівні (типові плани обробки), скажімо процес розробки ТП відбувається «знизу догори». Суть цього методу полягає у використанні інформації яка є в наявності. Він поділяється на два етапи. На першому визначають об'єм обробки (безліч переходів по обробці всіх поверхонь деталі). На другому етапі впорядковують переходи які отримали на першому етапі, при цьому для спрощення процесу на перший етап не повертаються.

Метод східного синтезу оснований навпаки на схемі «Згори донизу». На верхніх етапах приймають загальні рішення, які в подальшому конкретизуються, при цьому повернення до попередніх етапів для корекції можливе. Перевага цього методу, є те, що він універсальний і дозволяє отримати ТП для будь якої деталі. Недолік полягає у складності цього методу, тому проектування ТП відбувається досить довго.

Груповий ТП зазвичай подають у вигляді матриці, в якій по горизонталі вказують переходи, а по вертикалі – деталь. В самій матриці проставляють 1 і 0. Цифра 1 вказує на наявність переходу для певної деталі, 0 – її відсутність.

### Приклад:

Маємо ескізи деталей групи і комплексну деталь з вказаними поверхнями. Складемо для цієї групи матрицю.

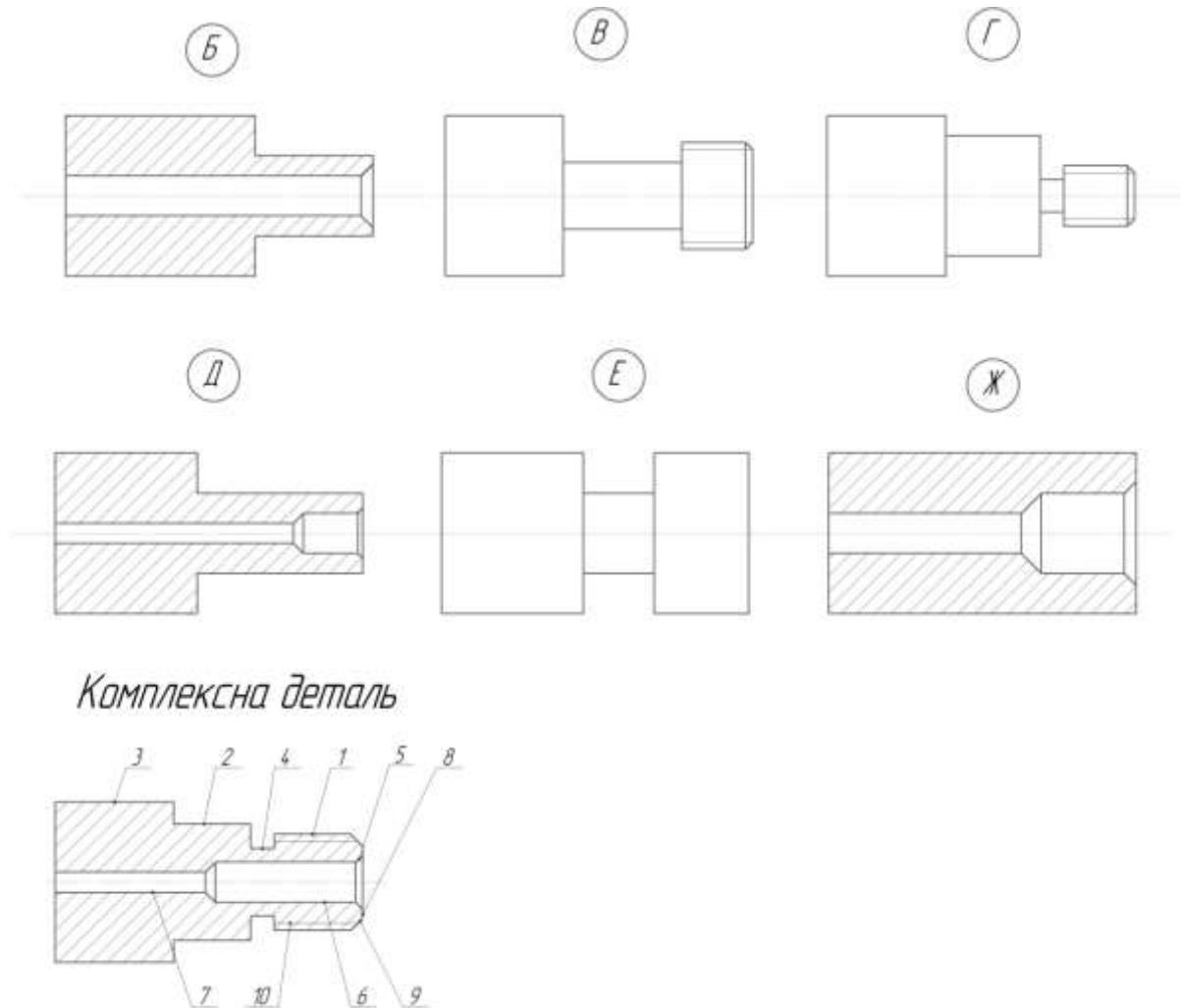


Рис.2.2 Комплексна деталь і деталі групи.

## Матриця переходів для групового технологічного процесу

Табл. 2.2 Матриця переходів

Деталь	Перехід											$\Sigma_j$
	Точити поверхню 1	Точити поверхню 2	Точити поверхню 3	Точити канавку 4	Центрувати отвір 5	Свердлити отвір 6	Свердлити отвір 7	Підрізати торець 8	Точити фаску 9	Нарізати нарізь 10	Відрізати деталь 11	
Б	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6
В	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	7
Г	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Д	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	6
Е	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	4
Ж	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	6
$\Sigma_i$	6	3	3	2	2	2	3	6	2	2	6	

Такі матриці зручно застосовувати для комп'ютерної техніки, також використовують при проектуванні групових ділянок і ліній. При цьому  $\Sigma_i$  і час на виконання операції використовують для оцінки потрібної кількості обладнання і завантаженість кожного робочого місця.

Параметр  $\Sigma_j$  використовують для оцінки завантаження всієї ділянки.

## 2.4 Проектування технологічної оснастки для групового ТП

При проектуванні групової оснастки важливим фактором є вибір базових поверхонь. Оскільки вони повинні забезпечувати не тільки незмінність положення під час обробки, задані параметри точності, а ще й забезпечувати швидке і легке встановлення деталі в пристосування. В залежності від геометричної форми і установчих баз, деталі у пристрої можуть мати різні схеми базування. Якщо класифікацію у групи відбувається по схемі базування, необхідно передбачувати в конструкції деталі додаткові бази. При правильному виборі схем базування, можна розробити переналагоджувальну оснастку для деталі будь якої конфігурації.

В залежності від конструкції деталі і характеру оброблюваної поверхні, потрібних умов жорсткості, при одній схемі базування, можуть застосовувати різні способи кріплення деталі.

Основним етапом для проектування групової оснастки є класифікація деталей, оскільки оснастку проектують для комплексної деталі, і вона повинна забезпечувати обробку будь якої деталі групи. Обробка різних деталей групи, за допомогою одного пристосування, відбувається за рахунок змінних і регульованих елементів.

При проектуванні потрібно враховувати характеристики обладнання, схему групового ТП, розміри партій. Проектування групової оснастки базується на аналізі конструктивних і технологічних особливостях деталей групи, способах базування і закріплення деталей. Вихідними даними для проектування є: креслення деталей групи, ТП обробки деталей, характеристики верстату, режими різання, та інформація про ріжучий інструмент. Якщо групова оснастка проектується на заміну спеціальної, потрібні кресленики спеціальної оснастки. Конструювання групового пристосування тісно пов'язане з розробкою ГТП, оскільки в процесі проектування пристосування може виявитись необхідність внести зміни в групу деталей і ТП. В деяких випадках не можливо розробляти ТП, не маючи уявлення про оснастку. Тому технолог і конструктор повинні працювати разом. Основою групового пристосування являється його базова частина, яка забезпечує закріплення змінних елементів і є загальною для всієї групи.

Розрахунок точності переналагоджувальних пристосувань має певні особливості, це пов'язане з тим, що оснастка має змінні елементи. При розрахунках потрібно враховувати додаткові похибки, які виникають при встановленні змінних елементів. Для забезпечення точності базову частину і змінні елементи пристосування виробляють з високою точністю. Для визначення, допусків окремих елементів пристосування треба визначити допустиму сумарну похибку в зібраному пристосуванні. Сумарна похибка

для кожного розміру який забезпечуються пристосуванням, не повинна перевищувати величини заданого допуску.

$$\Delta_c \leq \delta$$

До сумарної похибки  $\Delta_c$  входять:

1.  $\Delta_{\text{баз}}$  - похибка базування
2.  $\Delta_{\text{зак}}$  - похибка закріплення
3.  $\Delta_{\text{уст}}$  - похибка установки
4.  $\Delta_{\text{обр}}$  – похибка обробки, зазвичай цю величину отримуємо за рахунок економічної точності.  $\Delta_{\text{обр}} = K_2 \cdot \Delta_{\text{ек}}$  ;  $\Delta_{\text{ек}}$  отримуємо з таблиць.
5.  $\Delta_{\text{пр}}$  - похибка пристосування, зумовлена не точністю виготовлення пристосування.

Отримуємо:

$$\Delta_{\text{баз}} + \Delta_{\text{зак}} + \Delta_{\text{уст}} + K_2 \cdot \Delta_{\text{ек}} + \Delta_{\text{пр}} \leq \delta$$

Для отримання похибки пристосування перебудуємо нерівність

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (\Delta_{\text{баз}} + \Delta_{\text{зак}} + \Delta_{\text{уст}} + K_2 \cdot \Delta_{\text{ек}})$$

Розрахунок  $\Delta_{\text{пр}}$  відбувається окремо для кожної схеми базування деталей, які мають найбільш жорсткіший допуск на заданий розмір, якщо найменше значення  $\Delta_{\text{пр}}$  для всіх схем може бути забезпечене, тоді переходять до подальшої розробки пристосування [3].

Особливістю розрахунків переналагоджувальних пристосувань є те, що знаючи похибку базової частини пристосування, можна враховувати її як систематичну похибку, тоді всі розрахунки ведуть тільки для змінних частин пристосування.

Проектування групової оснастки досить складний процес, зумовлено це тим, що оснастка повинна бути придатна для обробки будь якої деталі групи, при цьому вона забезпечую задану точність обробки і час на її переналадку повинен бути мінімальним. Для скорочення часу на переналадку використовують оснастку с ЧПК.

## 2.5 Групове обладнання з переналадкою ЧПК

Основною вимогою до групової оснастки, це швидка переналадка при зміні об'єкту виробництва. Одним із таких способів, це автоматизація. Це дозволить ще більше зменшити час на переналадку, і зробити групову технологію ще ефективнішою. Оснастка з ЧПК характеризується високою швидкістю дії, це дозволяє зменшити додатковий час в загальній структурі штучного часу. Така оснастка одна з ланок на шляху комплексної автоматизації.

Переналагоджувальна за програмою оснастка, може виконувати переналадку установчих і заживних елементів. Вона встановлюється безпосередньо на столі верстату, або недалеко від нього.

Для привода переналагоджуваних пристосувань використовують стиснене повітря, або гідравліку. Також можна використовувати пневмо підсилювачі, які дають можливість перетворити низький тиск повітря у високий тиск рідини. Для пневматики використовують тиск від 0,6 до 6 МПа, для гідравліки до 25 МПа. [4]

Одним з варіантів оснастки з ЧПК є пристрій з салазками. Роздивимося варіант з чотирма салазками на яких можуть встановлюватись затискні або елементи для базування. Ці елементи можуть рухатись по салазкам в повздовжньому напрямку. Всі елементи мають можливість незалежно рухатись у вертикальному напрямку. При такій конструкції затиск і базування можливе в широкому діапазоні, обмеження відбувається за рахунок довжини салазок.

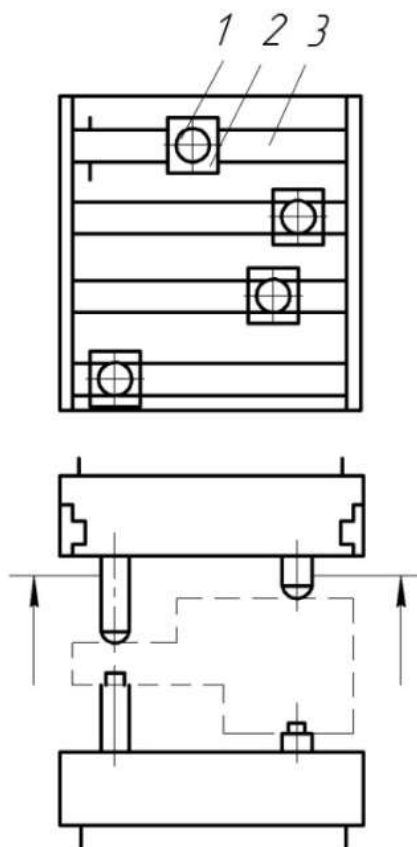


Рис. 2.3 Пристосування з салазками

- 1- Затискний або елемент для базування
- 2- Направляючі в вертикальному напрямку
- 3- Направляючі в поперечному напрямку

Також є пристосування в яких у якості затискних і базуючих елементів використовують револьверні головки і каретки, затискні елементи встановлені на каретках. Якщо необхідно збільшити кількість позицій затиску використовують більш універсальну головку, яка забезпечує більш ширший діапазон позицій.



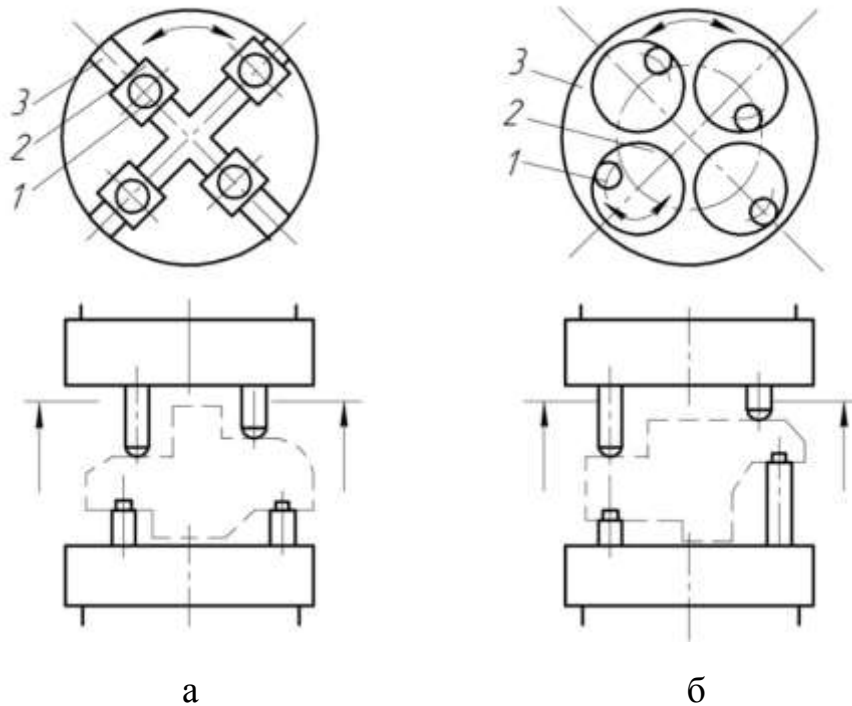


Рис.2.4 Пристосування на базі револьверних головок

- 1- Затискний або елемент для базування
- 2- а – каретка, б – револьверна головка
- 3- а– револьверна головка, б – головка

При обробці тіл обертання використовують пристрій автоматичної зміни кулачків патрона, який встановлюють в задній бабці, яка керується системою ЧПК. При цьому поворотний магазин з змінними комплектами встановлюються на рухомому супорті задньої бабки. Якщо задня бабка потрібна під час обробки, механізм заміни розташовують на роботі портального типу, а магазин встановлюють на передній бабці. Час заміни при цьому 1-2 с.

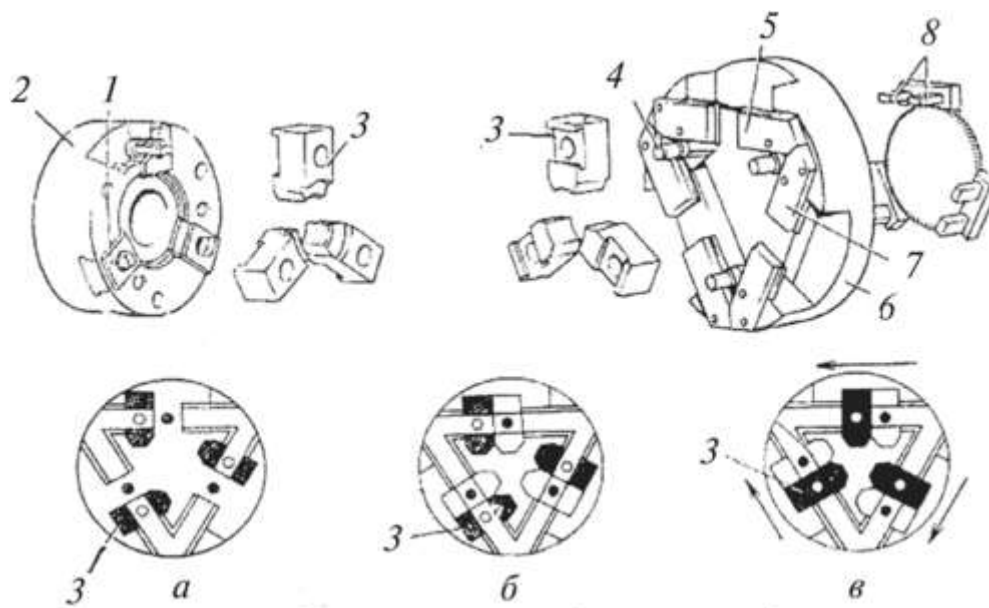


Рис. 2.5 Токарний патрон з автоматичною зміною кулачків.

- 1 – основні кулачки
- 2 – патрон
- 3 – змінні кулачки
- 4 – пальці
- 5,7 – направляючі
- 6 – пристрій автоматичної заміни
- 8 – повідкові пальці

Якщо задня бабка потрібна під час обробки, механізм заміни розташовують на роботі портального типу, а магазин встановлюють на передній бабці. Час заміни при цьому 1-2 с.

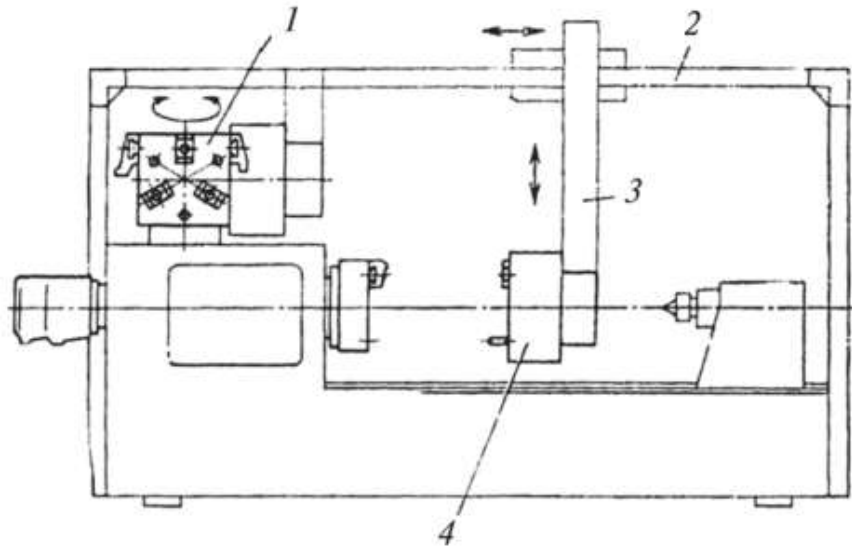


Рис. 2.6 Пристрій заміни кулачків на роботі порталного типу

- 1- магазин
- 2- портал
- 3- робот
- 4- механізм заміни кулачків

Ще один варіант пристосування з револьверними головками. Такі пристосування монтують в «С» – подібній формі.

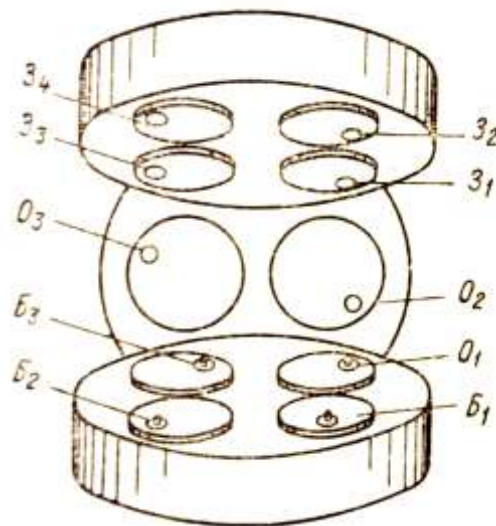


Рис. 2.7 «С» – подібний тип пристосування

Таке пристосування включає в себе верхню головку, в яку встановлені затискні елементи  $З_{1-4}$ , нижню головку, в якій ексцентрично встановлено базуючі елементи  $Б_{1-3}$  і опору  $О_1$ , бокову головку в якій встановлено ексцентричні опори  $О_{2,3}$ . В таких пристосуваннях загрузка/вигрузка деталей виконується маніпулятором.

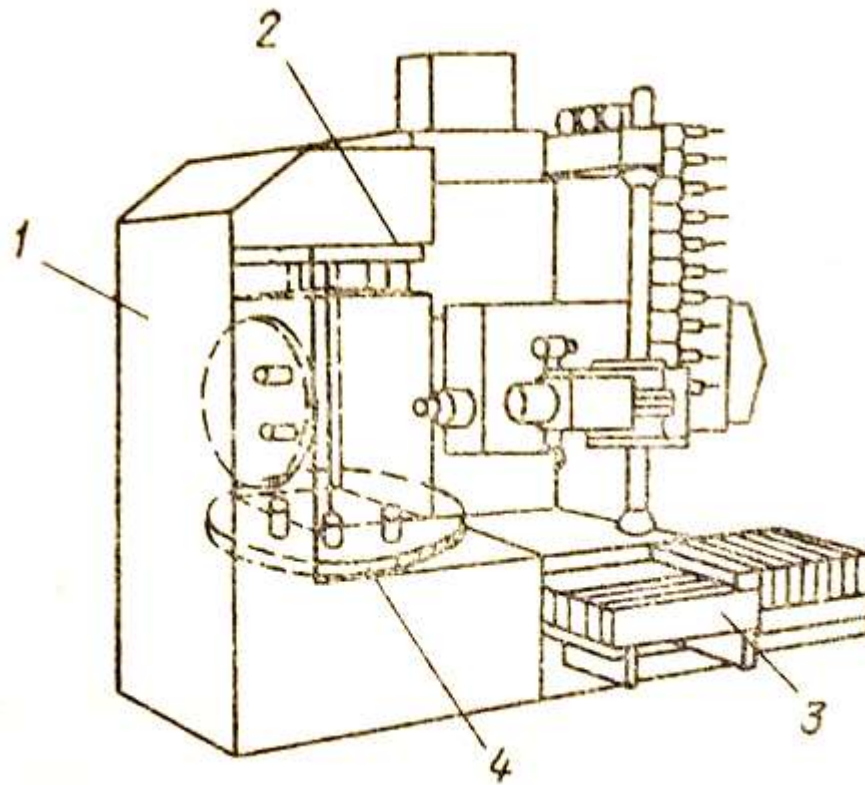


Рис. 2.8 Схема розташування С-подібного пристосування

- 1- корпус
- 2- головка з затискними елементами
- 3- піноль верстату
- 4- головка з базуючими елементами

Такі пристосування забезпечують повно автоматизацію, але недоліком їх є висока вартість. [5]

## 2.6 Проектування ГТП

При проектуванні групового ТП дотримуються такої послідовності:

1. На базі креслень деталей відбирають деталі які можуть буду обробленні на однаковому обладнанні, з установкою в однаковому обладнанні і з використанням однакового інструменту.
2. Визначають фактичну трудоемність обробки відібраних деталей в кількості, яка забезпечить повне виконання програми.
3. Закріплюють остаточний склад групи. Забезпечення успішного використання групової технології можливе у випадках, коли на одному верстаті обробляють одну або дві групи деталей, впродовж довго періоду часу. При цьому досягається спеціалізація верстату і підвищується продуктивність.
4. Після отримання групи деталей, створюють комплексну деталь, для якої розробляють ТП і схему групової наладки верстату. Оскільки налаштування верстату роблять для комплексної деталі, це дозволяє обробляти будь яку деталь групи без значних переналадок.
5. По закінченню створення комплексної деталі і ГТП, розробляють групову оснастку. В окремих випадках ці два пункти виконують одночасно, оскільки під час проектування оснастки може з'явитись потреба внести зміни до деталей групи і ТП.
6. Отримання ТП для конкретної деталі групи. Це відбувається за рахунок виключення непотрібних переходів і операцій з ГТП.

## 2.7 Програмне забезпечення для роботи з ГТП САПР «ТехноПро»

«ТехноПро» одна з сучасних САПР систем яка повністю автоматизує процес технологічної підготовки виробництва і включає в себе проектування технологій, технологічні і економічні розрахунки, отримання документації.

В інформаційну базу системи «ТехноПро» можна заносити бази обладнання, найменування операцій, оснащення, інструменти. Власна база має більш ніж 1000 ГОСТ-ів на оснастку, інструменти і матеріали.



Рис. 2.9 Технологічна підготовка виробництва в ТехноПро

ТехноПро повністю автоматизує проектування ТП різних видів від заготівельних операцій до різних типів обробки, додаткових операцій та інше. Система формує повний комплект технологічної документації: операційні, маршрутно – операційні, маршрутні карти, карти контролю, карти ескізів, наладки, інформацію про оснастку, обладнання, матеріал, карти і відомості до типових і групових ТП та багато інших документів.

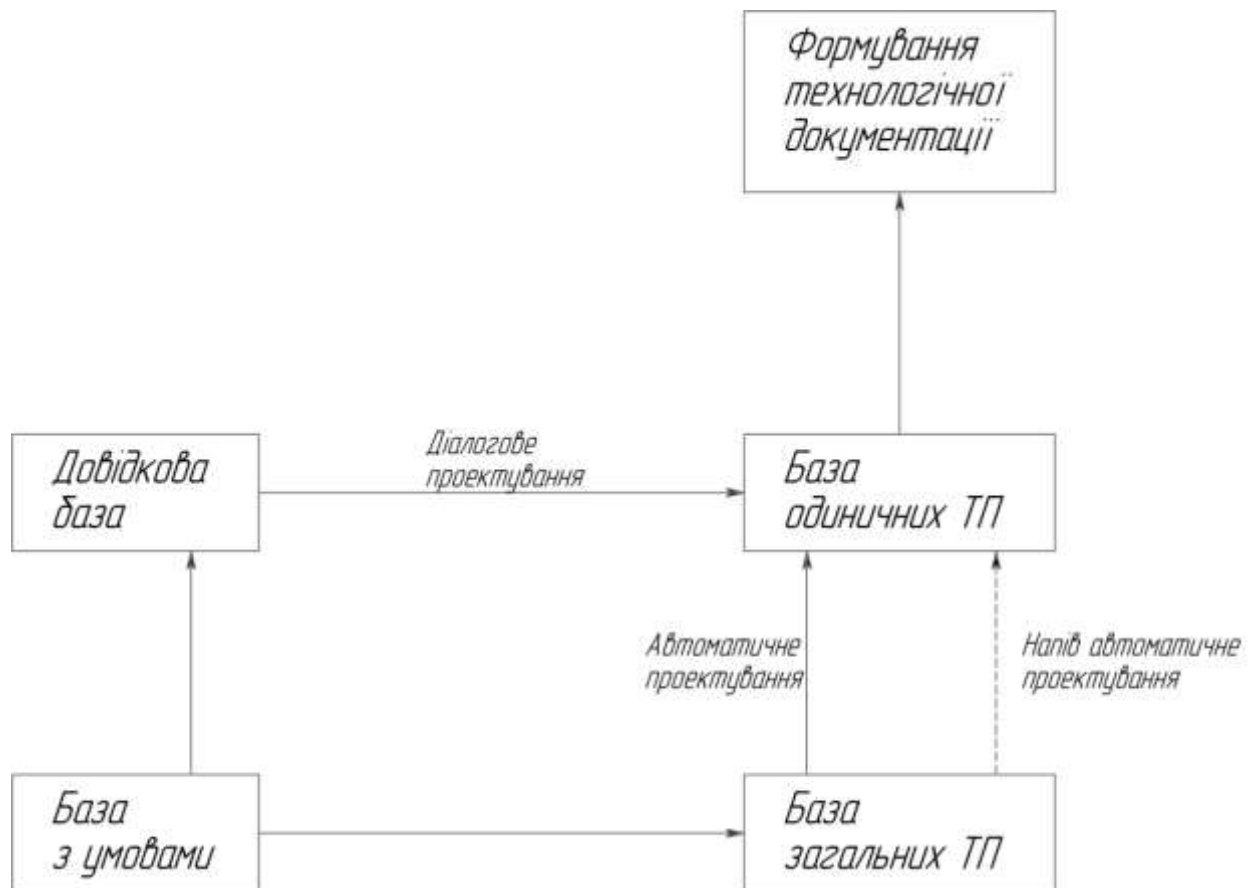


Рис. 2.10 Структура системи САПР

Відмінність ТехноПро від інших систем в тому, що ТехноПро дозволяє технологу один раз внести правило вибору маршруту, операції, переходу або інструменту і в подальшому це правило можна використовувати автоматично. При цьому технолог буде впевнений, що ТП буде спроектовано як потрібно. Автоматичне проектування на займає багато часу і полегшує формування ТП.

Для формування групових ТП система ТехноПро використовує метод проектування по «загальним технологічним процесам», при цьому для автоматичного проектування ТП створюють базу даних, а саме групують деталі, зазвичай групують по схожості технології виробництва. Для кожної групи створюють загальний ТП, який містить у собі всі потрібні операції для виготовлення всіх деталей групи. При створенні загальних ТП використовують ТП які вже використовувались і освоєні у виробництві. Створення загально технологічного процесу відбувається у певній послідовності, один з технологічних процесів групи приймають як базовий, його в подальшому використовують як загальний, для його створення у вибраний ТП додають потрібні операції і переходи з інших конкретних ТП деталей групи. При додаванні аналізують ознаки, від яких залежить вибір операції, переходу. У вигляді ознак виступають перевірки: виду заготовки,

характеристик матеріалу, габаритні розміри, наявність певних елементів і поверхонь та їх розміри. Перевіряючи, усі ознаки вносять у базу.



Рис. 2.11 Схема послідовності створення ЗТТ

По отриманню загального ТП переходять до автоматичного проектування індивідуальних ТП. Створюють опис конструкції деталі, для якої проектується ТП, його можна отримати або з кресленника деталі, або ввести необхідні данні, для спрощення цього методу, можна взяти деталь яка є в базі, та змінити її параметри. Після закінчення опису, для даної деталі призначають загальний ТП який відповідає групі деталей і запускається процес автоматичного проектування. Система ТехноПро вибирає всі потрібні операції і переходи для отримання заданої деталі із загального ТП і переносить їх в конкретний ТП, обираючи при цьому операції і переходи які забезпечать найбільші показники якості у порівнянні з креслеником. По закінченню цього етапу розраховується розмірні ланцюги з врахуванням значень припусків, підбір технологічної оснастки для операцій і переходів, і виконується розрахунок режимів різання. У кінці процесу автоматично формуються тексти переходів з зазначенням конкретних значень. [14]

Створюючи загальні ТП і умови, технолог, скажімо, «навчає» ТехноПро проектуванню технології конкретного виробництва. Таким чином, одного разу задавши всі необхідні параметри проектування ТП, технолог буде впевнений, що ТехноПро буде проектувати ТП по таким самим параметрам.



### 3. Практичне створення ГТП

Маємо деталі «стакан» різних типів. Ескізи деталей наведені нижче, кресленики всіх деталей див. додаток.

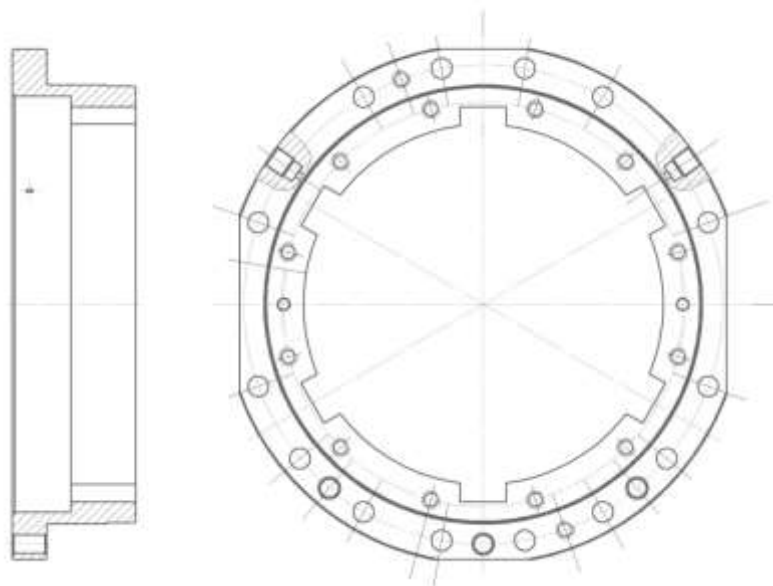


Рис.3.1 Ескіз деталі «Стакан» 1

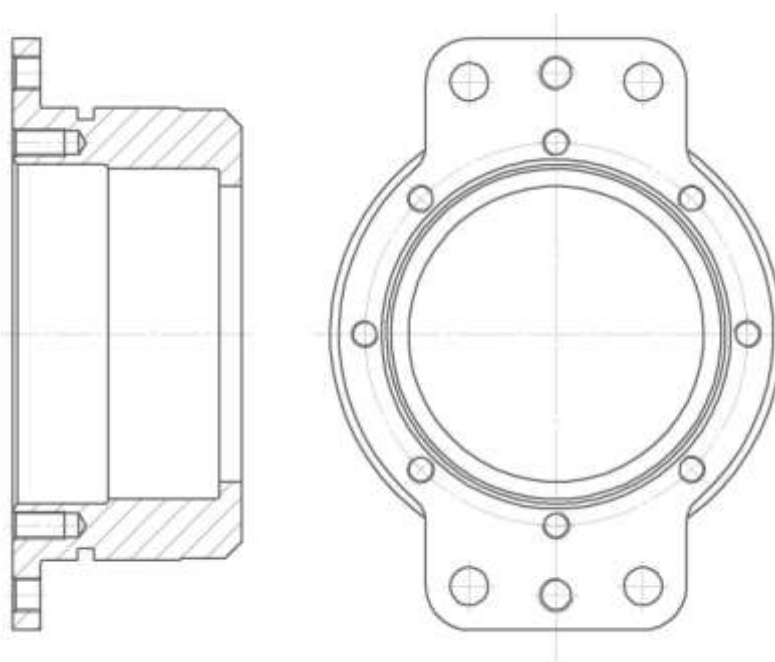


Рис.3.2 Ескіз деталі «Стакан» 2

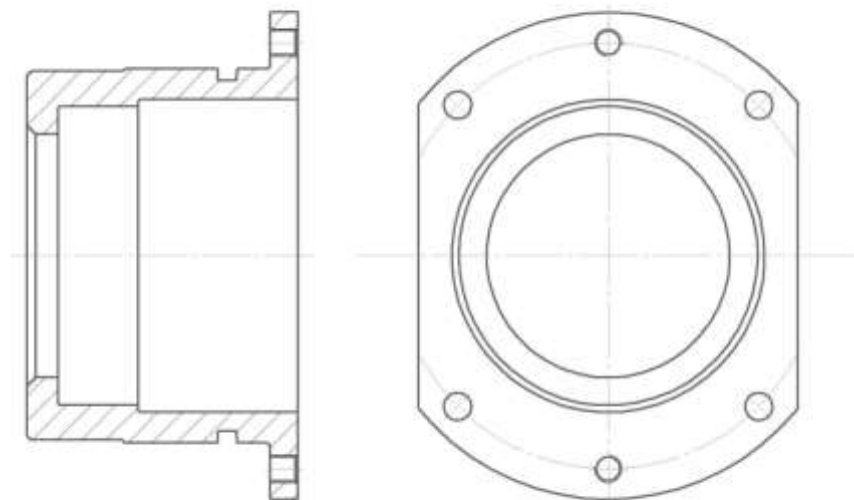


Рис. 3.3 Ескіз деталі «Стакан» 3

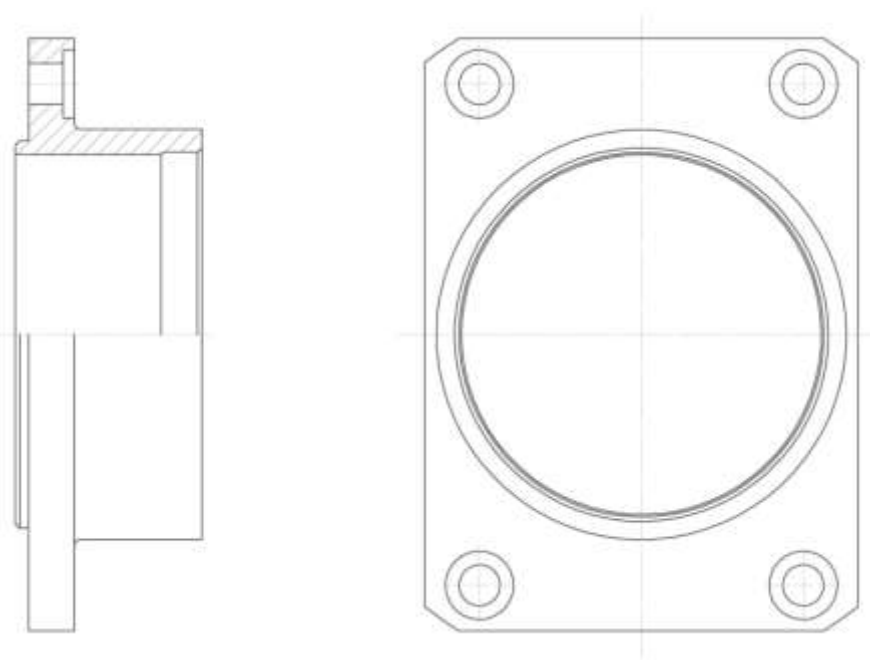


Рис. 3.4 Ескіз деталі «Стакан» 4

### 3.1 Створення комплексної деталі

Проведемо аналіз для групування деталей. З існуючих креслень маємо потрібні данні для аналізу. Всі деталі зроблені зі Сталі 45 ГОСТ 1050-88, мають схожість геометричних форм, точність і шорсткість поверхонь однакова, при початковому огляду, можна зробити висновок, що для їх виробництва, можна використати однакове обладнання і інструмент, оскільки габаритні розміри деталей не сильно відрізняються. Враховуючі що всі деталі схожої конструкції, в даному випадку раціонально виконати групування по конструктивно технологічній схожості. Виходячи з цього можемо занести ці деталі до одної групи.

Оскільки в групі не має деталі, яку можна визнати як комплексну, доведеться створювати її штучно. Для отримання комплексної деталі застосуємо метод накладання поверхонь, на більш характерного представника групи.

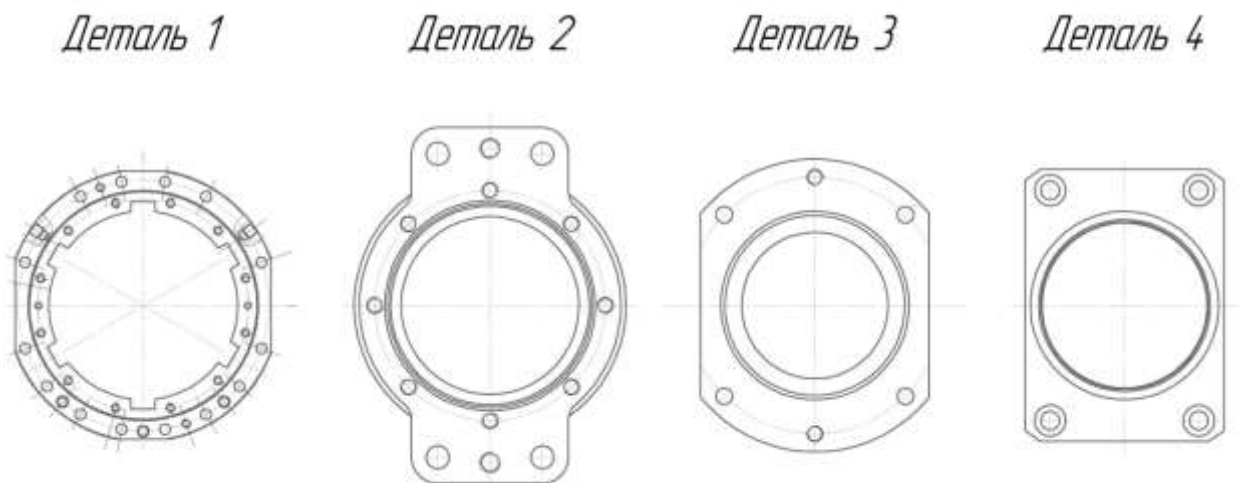


Рис. 3.5 Ескізи деталей групи.

За основу візьмемо деталь №2, вона містить більшість поверхонь які належать деталям №3 і №4. Інші поверхні отримаємо накладання деталі №1 на №2.

На основі креслеників стаканів розробляємо креслення комплексної деталі, накладаючи неvistачаючі поверхні, креслення комплексної деталі, див додаток.

### 3.2 Розробка групового технологічного процесу

Для зручності розробки ТП, треба упорядкувати розміри деталей і поверхні які вони містять, для цього використовують матрицю розмірів, яку створюємо на базі аналізів креслеників.

Для даної групи вона буде мати вигляд:

Табл. 3.1 Матриця розмірів

Розміри	Деталь				Розміри	Деталь			
	Стакан1	Стакан2	Стакан3	Стакан4		Стакан1	Стакан2	Стакан3	Стакан4
$D_1$	360H9	180H9	190H9	160H9	$l_4$	–	16h11	16 $_{-0,11}$	20 $\pm 1,05$
$D_2$	–	172 $^{+1}$	195H9	158 $^{+1}$	$l_5$	51 $_{-0,74}$	138 $^{+0,25}$	119 $^{+0,35}$	–
$D_3$	312H12	140 $^{+1}$	170 $_{-1}$	–	$l_6$	–	110 $_{-0,35}$	55 $\pm 0,5$	–
$D_4$	–	–	22 $^{+0,35}$	18 $^{+0,43}$	$l_7$	–	10,3 $^{+0,27}$	10 $^{+0,22}$	–
$D_5$	–	–	–	30 $^{+0,52}$	$l_8$	40 $^{+0,25}$	–	–	–
$D_6$	–	–	–	M20-7H	$l_9$	–	–	100 $\pm 0,7$	142 $\pm 0,5$
$D_7$	18	–	–	–	$l_{10}$	–	–	290 $\pm 0,7$	220 $\pm 0,5$
$D_8$	M16-7H	–	–	–	$l_{11}$	–	–	5 $\pm 0,35$	–
$D_9$	18	–	–	–	$l_{12}$	78 $_{-0,74}$	–	–	–
$D_{10}$	16H12	–	–	–	H	442	–	290 $\pm 0,7$	260 $_{-13}$
$D_{11}$	–	18 $^{+0,38}$	–	–	W	422	218 $_{-15}$	150 $_{-3}$	190 $_{-15}$
$D_{12}$	–	M16-7H	M16-7H	–	$R_1$	–	–	25	–
$D_{13}$	M16-7H	–	–	–	$R_2$	–	–	12	–
$D_{14}$	19H8	–	–	–	$R_3$	175 $\pm 0,35$	–	–	–
$D_{15}$	6	–	–	–	$R_4$	173 $\pm 0,1$	–	–	–
$D_{16}$	16H9	–	–	–	$R_5$	207,5 $\pm 0,35$	–	–	–
$D_{17}$	M20x15-7H	–	–	–	$R_6$	–	122,5 $\pm 0,35$	110 $\pm 0,35$	–
$d_1$	378	212 $_{-1,15}$	258 $_{-1,3}$	180 $_{-1}$	$R_7$	–	1	1	–
$d_2$	380h8	215h6	260H6	–	$R_8$	–	1	1	–
$d_3$	–	–	–	170f9	$R_9$	1,6	2	1,6	2
$d_4$	–	201,4h9	246,4h9	–	$f_1$	1x45°	2,5x45°	10x45°	–
$L$	108 $_{-0,14}$	156 $_{-1}$	132 $_{-1}$	82 $_{-0,87}$	$f_2$	1,6x45°	–	3x45°	2x45°
$l_1$	–	–	–	6 $_{-0,42}$	$f_3$	–	–	–	2x45°
$l_2$	25 $^{+0,52}$	55 $\pm 0,5$	35 $\pm 0,8$	–	$d_5$	450	280 $_{-13}$	250	304 $_{-0,52}$
$l_3$	–	92 $^{+0,74}$	55 $^{+1,2}$	18 $^{+0,43}$					

Комплексна деталь містить у собі всі конструктивні елементи деталей які входять до групи. Для комплексної деталі розробляємо груповий технологічний процес, який містить у собі такі операції :

- 10 Токарно - револьверна;
- 20 Горизонтально - протяжна;
- 30 Горизонтально фрезерна;
- 40 Горизонтально фрезерна;
- 50 Вертикально - свердлильна с ЧПК;
- 60 Радіально - свердлильна;
- 70 Вертикально - свердлильна;
- 80 Внутрішньо шліфувальна;
- 90 Круглошліфувальна;
- 100 Круглошліфувальна;

Матриця технологічного процесу наведена в табл.

Табл. 3.2 Матриця переходів

Операція	Деталь			
	1	2	3	4
10 Токарно - револьверна				
Точити пов. $D_1$	+	+	+	+
Точити пов. $D_2$		+	+	+
Точити пов. $D_3$	+	+	+	
Точити пов. $d_1$	+	+	+	+
Точити пов. $d_2$	+	+	+	
Точити пов. $d_3$				+
Точити пов. $d_4$		+	+	
20 Горизонтально - протяжна				
Протягнути шліци	+			
30 Горизонтально фрезерна				
Фрезерувати пов. $W$	+	+	+	+
40 Горизонтально фрезерна				
Фрезерувати пов. $H$	+		+	+
50 Вертикально - свердлильна с ЧПК				
Свердлити $D_6$				+
Свердлити $D_7$	+			
Свердлити $D_8$	+			
Свердлити $D_9$	+			
Свердлити $D_{10}$	+			

Свердлити $D_{11}$		+		
Свердлити $D_{12}$		+	+	
Свердлити $D_{13}$	+			
Свердлити $D_{14}$	+			
60 Радіально-свердлильна				
Цековати пов. $D_5$				+
70 Вертикально - свердлильна				
Свердлити отв. $D_{15}$	+			
Свердлити отв. $D_{16}$	+			
Свердлити отв. $D_{17}$	+			
80 Внутрішньо шліфувальна				
Шлифувати пов. $D_1$	+	+	+	+
90 Круглошліфувальна				
Шлифувати пов. $d_2$	+	+	+	
Шлифувати пов. $d_3$				+
Шлифувати пов. $d_4$		+	+	
100 Круглошліфувальна				
Шлифувати пов. $d_2$		+	+	

На основі матриці можемо деталізувати процес для кожної деталі групи.

### 3.3 Створення ТП для конкретної деталі групи.

Створення ТП для конкретної деталі групи відбувається за рахунок деталізації ГТП, шляхом виключення непотрібних операцій. Для цього скористаємося матрицею переходів.

Так для деталі №1, отримаємо:

#### 10 Токарно – револьверна

Точити пов.  $D_1$  діаметром 360H9 на довжину  $l_1 = 51_{-0.74}$

з припуском на шліфування

Точити пов.  $D_3$  діаметром 312H12<sup>+0.54</sup> на прохід

Точити пов.  $d_1$  діаметром 378<sup>+0.14</sup> на довжину  $l_2 = 25^{+0.52}$

Точити пов.  $d_2$  діаметром 380h8 на довжину  $l_{12} = 78_{-0.74}$

з припуском на шліфування

#### 20 Горизонтально – протяжна

Протягнути 6 пазів шириною  $l_8 = 40H12^{+0.25}$  на глибину  $h = 15^{+0.7}$   
втримуючи розмір 342H12<sup>+0.57</sup>

#### 30 Горизонтально фрезерна;

Фрезерувати пов. W у розмір 422

#### 40 Горизонтально фрезерна;

Фрезерувати пов. H у розмір 442

#### 50 Вертикально - свердлильна с ЧПК

Свердлити  $D_7, D_9$  14 отворів діаметром 18 на прохід

Свердлити  $D_8$  на прохід 2 отвори під нарізання нарізі M16-7H

Нарізати на поверхні  $D_8$  нарізь на прохід M16-7H

Свердлити  $D_{10}$  діаметром 16H12<sup>+0.18</sup>, 3 отвори на прохід

Свердлити 12 отворів  $D_{13}$  на глибину 33<sup>+2.5</sup> під нарізання нарізі M16-7H

Нарізати на поверхні  $D_{13}$  нарізь M16-7H на глибину 26<sup>+2.5</sup>

Свердлити 2 отвори  $D_{14}$  діаметром 10H8 на глибину 21<sup>+1</sup>

#### 70 Вертикально – свердлильна

Свердлити  $D_{15}$  діаметром 6 на прохід

Свердлити  $D_{16}$  діаметром 16H9<sup>+0.043</sup> на глибину 28<sup>+0.33</sup>

Нарізати на поверхні  $D_{17}$  нарізь M20x1.5-7H на глибину 18<sup>+0.27</sup>

#### 80 Внутрішньо шліфувальна

Шлифувати пов.  $D_1$  у розмір 380H9<sup>+0.14</sup>

#### 90 Круглошліфувальна

Шлифувати пов.  $d_2$  у розмір 380h8<sub>-0.089</sub>

### 3.4 Програмне забезпечення для роботи з ГТП

Автоматизоване проектування ГТП в системі «ТехноПро» відбувається на базі існуючих у базі загальних ТП. Загальні технологічні процеси використовують для параметричного проектування ГТП, для проектування ТП конкретної групи, потрібно внести в систему деталі для яких буде проектуватись ТП, варіанти всіх розмірів та інших параметрів з таблиці кресленика комплексної деталі. У сформованому ТП «ТехноПро» автоматично створює таблиці з списком деталей і значень розмірів та інших параметрів деталей, що оброблюються.

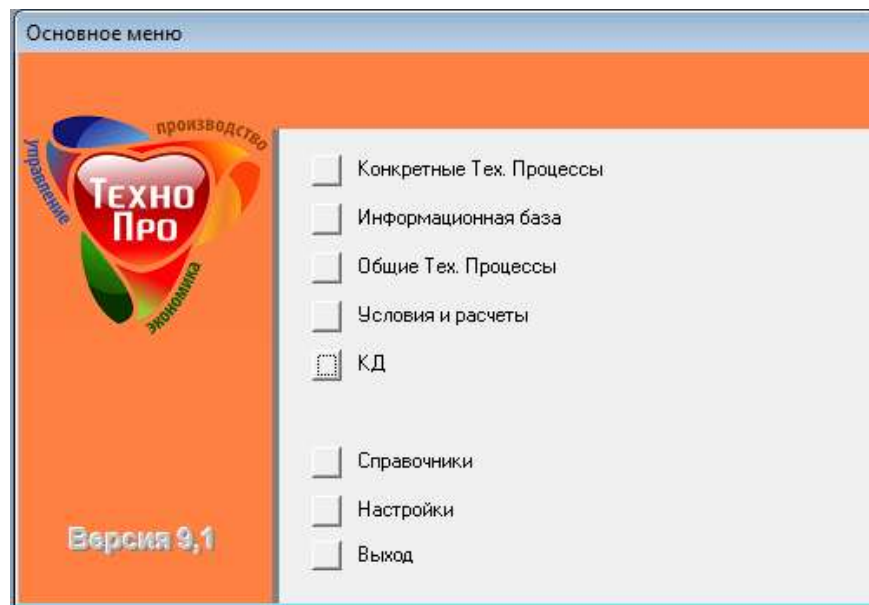


Рис. 3.6 Основне меню «ТехноПро»

При запуску програми маємо основне меню в якому є декілька основних пунктів. Конкретні ТП – для отримання проектування і формування ТП. Інформаційна база містить у собі всю інформацію про обладнання, пристосування, інструмент та інше. Пункт «Загальні технологічні процеси» містить базу ЗТП на обробку різних деталей, яку можна редагувати. А також розрахунки норм часу, режимів різання, підбір обладнання. І вкладка «КД» в якій міститься вся конструкторська документація.



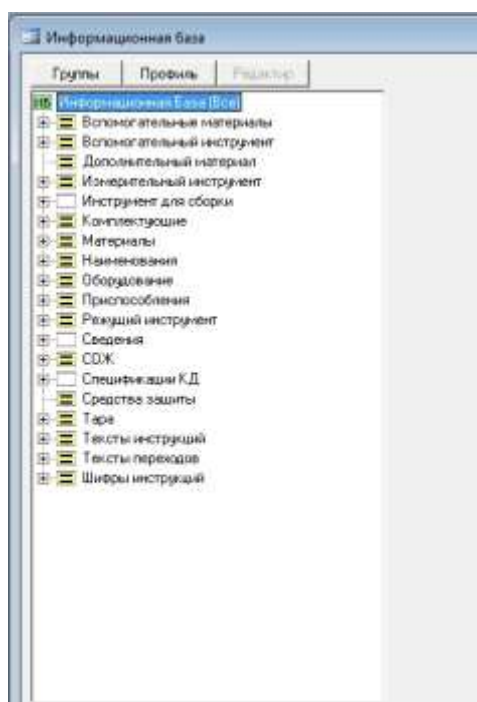


Рис. 3.7 Інформаційна база «ТехноПро»

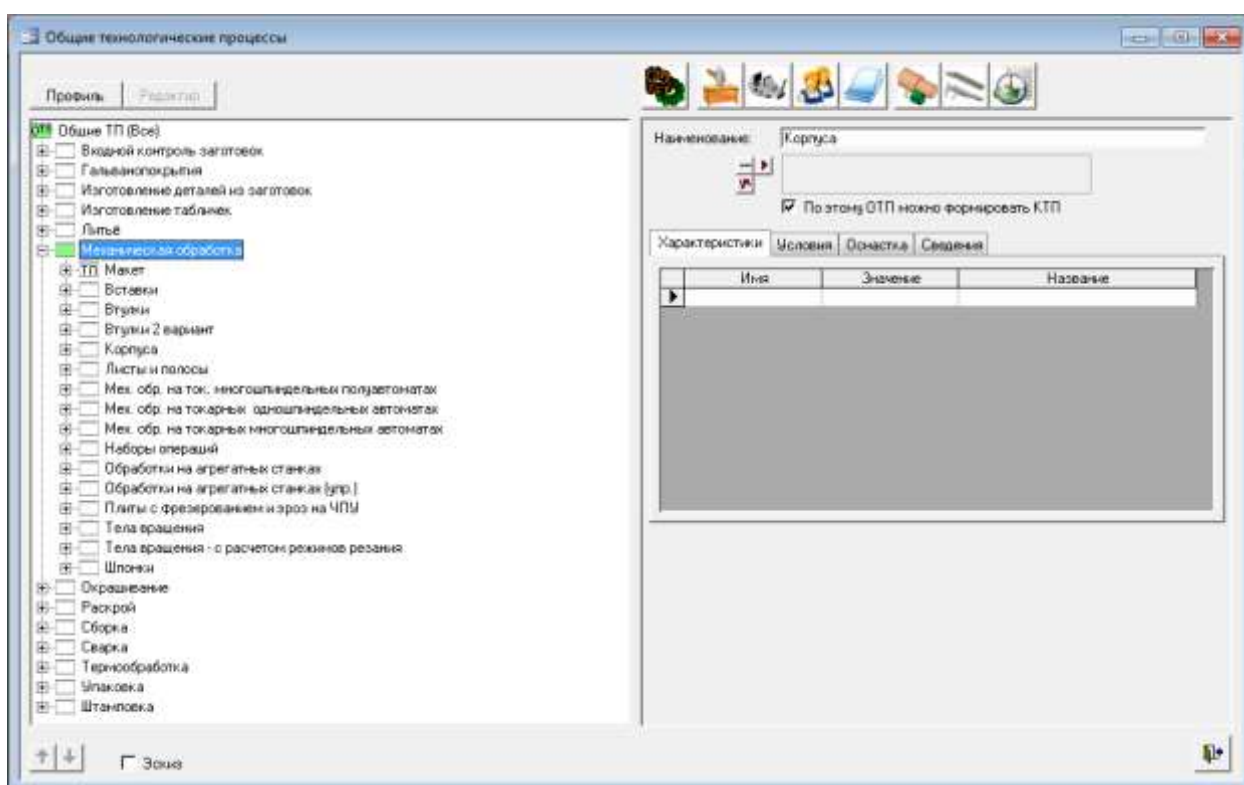


Рис. 3.8 Загальні технологічні процеси

На прикладі деталі «кронштейн» розглянемо процес проектування групового ТП. Кресленик деталі див додаток.

Для формування ТП по кресленнику комплексної деталі треба обрати вкладку «Конкретні ТП», у вікні «КТП» натискаємо «додати деталь», деталь можна отримати з кресленника деталі або 3D моделі напряму з CAD системи, для цього потрібно у «SolidWorks» відкрити потрібну деталь, та в ТехноПро натиснути «из SolidWorks 3D/2D», автоматично з креслення зчитуються параметри точності, матеріалу деталі та маса. Всі необхідні розміри групи деталей внесені в таблиці кресленника. Інші потрібні параметри можемо ввести вручну.

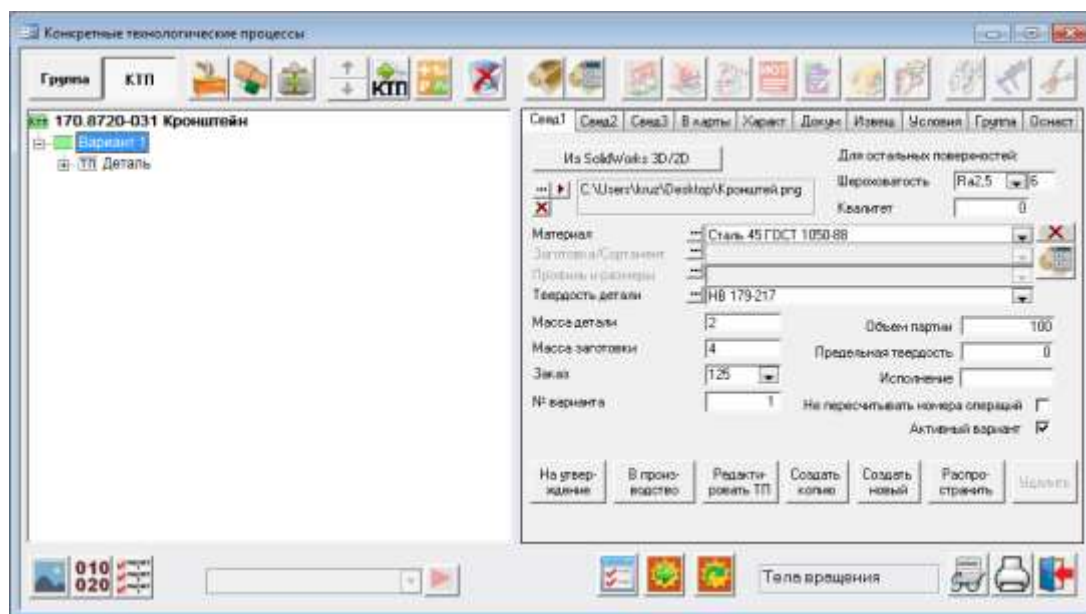


Рис. 3.9 Конкретні технологічні процеси

Заходячи у вкладку «група», вносять перелік позначень варіантів деталей.

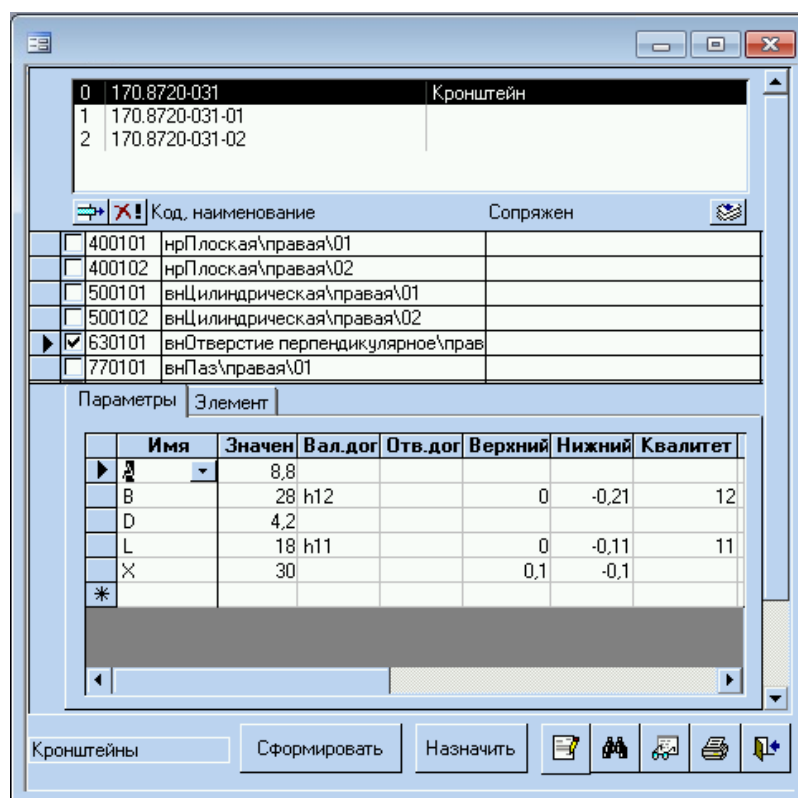


Рис. 3.10 Параметры основной детали, автоматически полученные из кресленика

Для всех інших деталей копіюють поверхні і у вікні «параметри» задають потрібні розміри відносно таблиці на кресленику.

Для подальшого проектування назначасмо ЗТП для заданої деталі та натискаємо «сформувати».

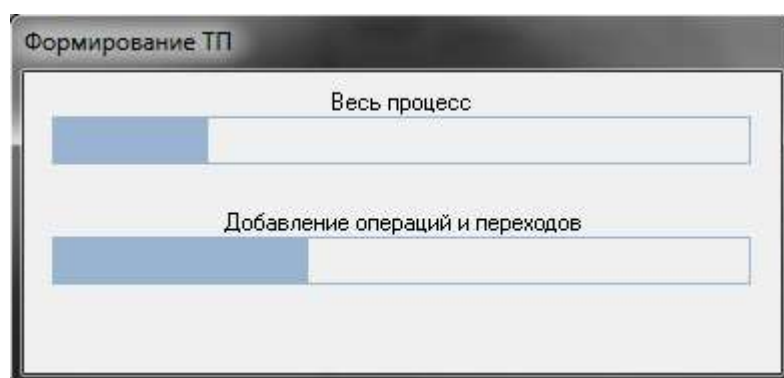


Рис. 3.11 Формування ТП.

У ході проектування система запросить вид та розміри заготовки, які вводять діалоговому вікні. Після завершення проектування, ТП відображається у режимі діалогу.

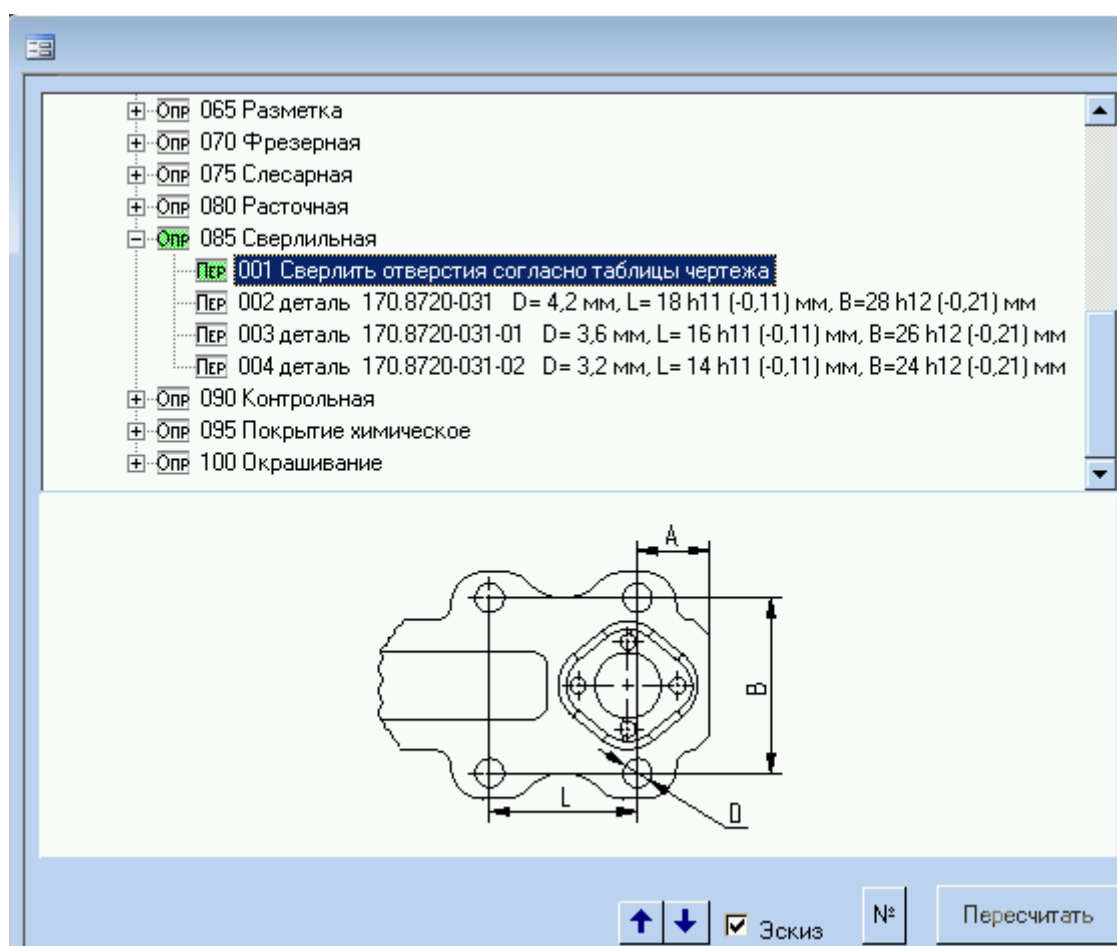


Рис. 3.12 Операції ТП

Система автоматично відображає в операції переходи інших варіантів деталей, при цьому вказується номер деталі, параметри і їх значення які виконуються в даному переході. Для сформованих ТП автоматично формуються операційні карти. В картах завчається обладнання, режим обробки, норми часу.

ГОСТ 3.1404-86										#форма 2		САПР																											
Дубл.																																							
Взам.																																							
Подл.																																							
ТехноПро																																							
Разраб.				170.8720-031																																			
Нач. ТБЦ																																							
Н.контр.				Кронштейн				СИП	св		085																												
Сбор металлоотходов помарочно																																							
<table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Обозначение</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>D</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>170.8720-031</td> <td>8,8</td> <td>28 h12 (-0,21)</td> <td>4,2</td> <td>18 h11 (-0,11)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>170.8720-031-01</td> <td>8</td> <td>26 h12 (-0,21)</td> <td>3,6</td> <td>16 h11 (-0,11)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>170.8720-031-02</td> <td>6,2</td> <td>24 h12 (-0,21)</td> <td>3,2</td> <td>14 h11 (-0,11)</td> </tr> </tbody> </table>										№	Обозначение	A	B	D	L	1	170.8720-031	8,8	28 h12 (-0,21)	4,2	18 h11 (-0,11)	2	170.8720-031-01	8	26 h12 (-0,21)	3,6	16 h11 (-0,11)	3	170.8720-031-02	6,2	24 h12 (-0,21)	3,2	14 h11 (-0,11)	Наименование операции			Материал		
										№	Обозначение	A	B	D	L																								
										1	170.8720-031	8,8	28 h12 (-0,21)	4,2	18 h11 (-0,11)																								
										2	170.8720-031-01	8	26 h12 (-0,21)	3,6	16 h11 (-0,11)																								
										3	170.8720-031-02	6,2	24 h12 (-0,21)	3,2	14 h11 (-0,11)																								
										Сверлильная			06ХН28МДТ ГОСТ 5949-75																										
										Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД																							
																1																							
										Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы																									
										Вертикально-сверлильный 2С132#2И																													
То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ		ИОТ																																	
		0.55	0.72	В-32ж		ИОТ																																	
Р	D или B   L   t   i   S   n   V																																						
001	1 Сверлить отверстия согласно таблицы чертежа																																						
002	деталь 170.8720-031 D= 4,2 мм, L= 18 h11 (-0,11) мм,																																						
03	B=28 h12 (-0,21) мм																																						
Т04	РИ. Сверло D4,2 2300-7551 ГОСТ 10902-77																																						
005	деталь 170.8720-031-01 D= 3,6 мм, L= 16 h11 (-0,11)																																						
06	мм, B=26 h12 (-0,21) мм																																						
Т07	РИ. Сверло D3,6 2300-7535 ГОСТ 10902-77																																						
009	деталь 170.8720-031-02 D= 3,2 мм, L= 14 h11 (-0,11)																																						
10	мм, B=24 h12 (-0,21) мм																																						
Т11	РИ. Сверло D3,2 2300-7523 ГОСТ 10902-77																																						
OK		Обработки резанием																																					

Рис. 3.13 Карта операції 085 Свердлильна.

Вибір обладнання і оснастки виконується за рахунок наявності інформаційної бази. У цій базі є каталоги всіх складових технологічних процесів: обладнання, пристосування, ріжучі, вимірювальні і допоміжні інструменти, тексти переходів і найменування операцій, цю базу можна редагувати під конкретне підприємство. До обладнання і оснастки можна додавати параметри і ознаки класифікації. Кожне обладнання має параметри, та паспортні данні для автоматичному підбору або пошуку у діалоговому вікні. Такі методи дозволяють визначати послідовність проектування, при якому варіанти які пропонує система, залежать від вибору, який технолог робить при проектуванні ТП на попередньому етапі. Наприклад від вибору найменування операції, залежить перелік обладнання запропонований системою, на якому операцію можна виконати.

Розглянемо приклад для токарної операції. У базі «ТехноПро» існує загальна схема розрахунку режимів обробки

- Визначається довжина робочого ходу для переходів
- Подача і швидкість різання вибирається по таблицям
- Визначення частоти обертання шпинделя і корегування по паспортним даним з інформаційної бази

- Корегування значень швидкості різання
- Визначення із таблиць змінних зубчатих коліс швидкості.
- Визначення приблизного часу тривалості циклу виготовлення одної деталі
- Завершальний розрахунок часу циклу виробу деталі, вибір з таблиць змінних зубчатих коліс подачі.

На вибір конкретного обладнання впливають багато факторів, режими різання, сили різання, габаритні розміри деталі та інше. Вибір у системі «ТехноПро» виконується за рахунок простих логічних команд.

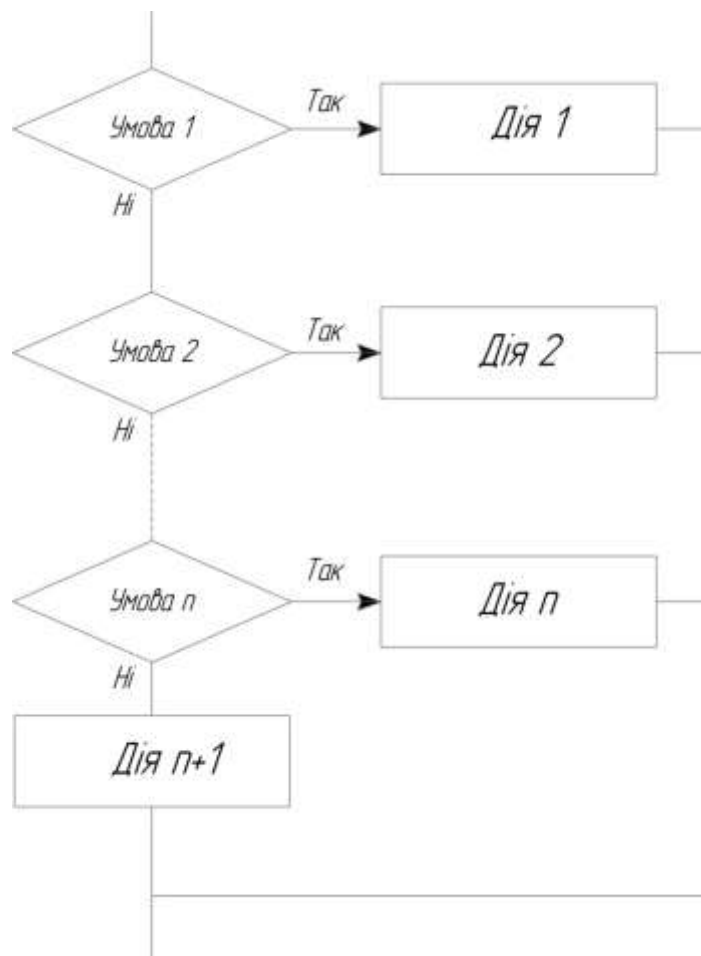


Рис. 3.14 Схема логічного вибору

Розглянемо вибір обладнання за габаритними розмірами деталі. Маємо деталь типу «вал» діаметром 240 мм.

Умови вибору:

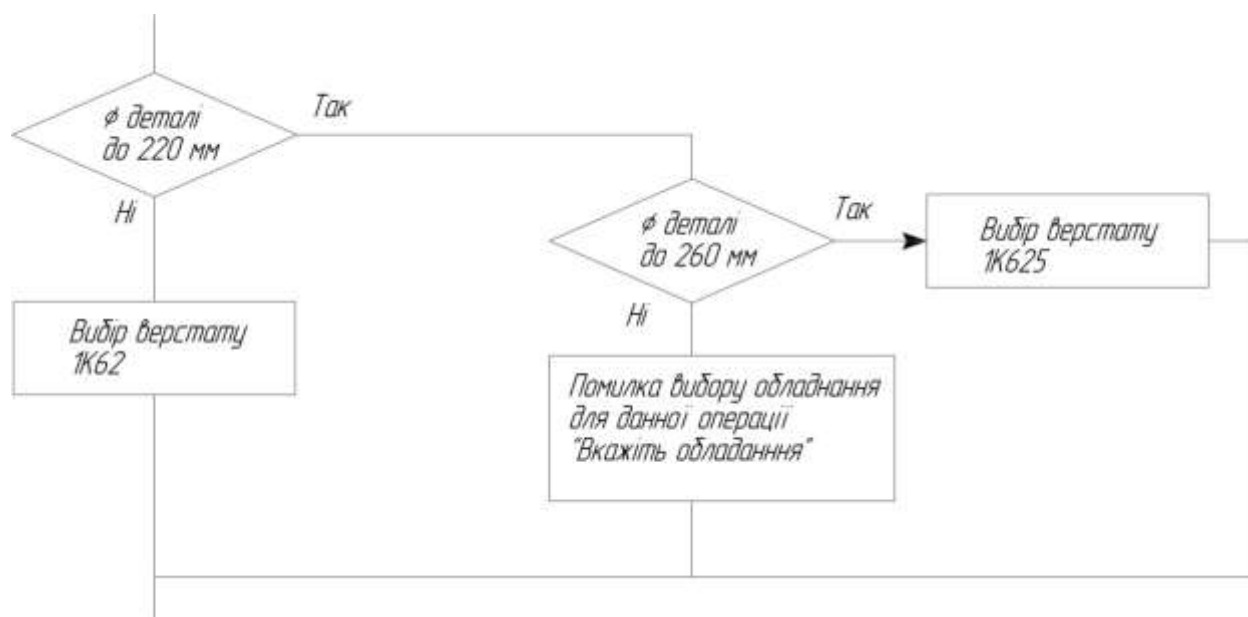


Рис. 3.15 Вибір верстату за розмірами деталі.

Так для нашого розміру обрано верстат 1К625. Вибір оснастки та інструменту відбувається по такій же схемі але з іншими параметрами відбору. Всі критерії для підбору можна додавати і редагувати у інформаційній базі.

За допомогою системи «ТехноПро» при формуванні групових ТП підвищується продуктивність і зменшується собівартість продукції, за рахунок автоматичного підбору найбільш прогресивної оснастки і обладнання і використанні їх у ТП. Також скорочується різноманітність ТП. Для конкретних виробництв система проектує ТП у декількох варіант, що дає змогу вибрати найбільш продуктивний і економічний для певного виробництв. Проектування у системі «ТехноПро» можливо для будь якого типу виробництва, що дає змогу значно скоротити час на підготовку підприємства.

#### 4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Даний розділ призначений для проведення маркетингового аналізу стартап-проекту для визначення принципової можливості ринкового впровадження останнього та можливих напрямів його реалізації.

Стартап-проект має на меті зменшення трудомісткості проектування нових технологічних процесів виготовлення деталей машинобудування для конкретних підприємств.(таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Консалтингова компанія розробки ТП	1. Розробка технологічних процесів	Розробка ТП в короткі терміни, подальше їх впровадження на підприємство
	2. Навчання написанню керуючих програм	Не потрібно постійно звертатися за допомогою до інших компаній, можна навчити людину для свого підприємства
	3. Підбір інструменту і обладнання	Допомога у виборі обладнання та інструменту для контрактних типів обробки
	4. Написання керуючих програм	Написання керуючих програм для розроблених ТП та ТП які вже існують.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї стартап-проекту наведено в таблиці 4.2



Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї стартап-проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Товари/концепції конкурентів			Слабк а сторон а	Нейтраль на сторона	Сильн а сторон а
		Мій проєкт	Конкуре нт 1	Конкуре нт 2			
1	Розробка технологічних процесів	+	+	+	-	-	+
2	Навчання написанню керуючих програм	+	-	-	-	-	+
3	Підбір інструменту і обладнання	+	+	+	-	-	+
4	Написання керуючих програм	+	-	-	-	-	+

Проведемо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару) [15].

Для визначення технологічної здійсненності ідеї проекту необхідно провести аналіз трьох наступних складових (таблиця 4.3):

1) за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї стартап-проекту?

2) існують такі технології, чи їх потрібно розробити або доробити?

3) є доступними такі технології авторам стартап-проекту?

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розробка технологічних процесів	Реалізація ідеї за допомогою САПР ТП	САПР ТП існують і немає необхідності їх розробляти	Доступна для використання
2	Навчання написанню керуючих програм	За допомогою комп'ютерних тренажерів, навчальних стійок ЧПК	існують і немає необхідності їх розробляти	Доступна для використання
3	Підбір інструменту і обладнання	За допомогою каталогів різних виробників інструментів, та обладнання	У різних виробників є своє програмне забезпечення, яке є в доступі	Доступна для використання
4	Написання керуючих програм	Реалізація ідеї за допомогою САПР	САПР існують і немає необхідності їх розробляти	Доступна для використання

За результатами аналізу таблиці 4.3 можна зробити висновок, що технологічна реалізація проекту можлива у середовищі САПР систем, які є доступним на ринку.

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів [15].

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 4.4).

За результатами аналізу таблиці 4.4 можна зробити висновок, що за попереднім оцінюванням ринок є привабливим для входження.

Визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 4.5).

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показання стану ринку(найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн./ ум. Од.	невідомий
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Відсутність досвіду у сфері розроблення стартап-проектів
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	немає
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	65

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Вимоги споживача до товару
Розробка ТП, високі знання працівників(технологів)	Підприємства з малим обсягом випуску продукції. З малим обсягом персоналу, а також навпаки великі підприємства	Гарантія, консультація, допомога з впровадженням ТП

Після визначення потенційних груп клієнтів проводимо аналіз ринкового середовища: складаємо таблиці факторів, які сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, які йому перешкоджають (таблиці 4.6 — 4.7). Фактори в таблиці надані в порядку зменшення значущості [15].

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№	Фактор загроз	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Нова компанія на ринку	За рахунок того що компанія нова, немає ніяких відгуків, інформації	Гарантія, консультації клієнтів
2	Конкуренція	Оскільки є компанії які на ринку вже давно, можуть бути проблеми з клієнтами	Запропонувати гнучкі умови для кожного клієнта, ціни нижчі ринкових

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ з/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція
1	Розширення можливостей	Розширення списку послуг компанії	Розширення асортименту надання послуг, більший вибір ніж у конкурентів.
2	Стандартизація	Впровадження нових стандартів	Дослідження у реальних умовах, обґрунтування доцільності використання та переваг

Проводимо аналіз пропозиції шляхом визначення загальних рис конкуренції на ринку (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Тип конкуренції	Олігополістична	Зацікавлення новітнім оригінальним та якісним продуктом
2. Рівень конкурентної боротьби	Локальна	Вихід на міжнародний ринок
3. За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева	Підтвердження якості продукту
4. Конкуренція за вида-ми товарів	Товарно-видова	Підтвердження оригінальності продукту
5. За характером конкурентних переваг	Цінова	Адекватність вартості продукту
6. За інтенсивністю	Марочна	Розвиток марки/бренда

На основі аналізу даного стартап-проекту видно, що він має усі перспективи стати успішним проектом. Значну роль в даному стартап-проекті відіграє фінансові затрати на його впровадження, що вплине на швидкий розвиток на початкових етапах. Головною небезпекою є незадовільнення вимог споживачів, які наважаться придбати новий продукт, це може звести нанівець усі зусилля, що були прикладені для створення продукту. Тому даний стартап-проект потребує дуже ретельного пророблення, неодноразових перевірок працездатності та тестувань у реальних промислових умовах. У випадку вдалого виходу на ринок можуть відкритися великі перспективи для розвитку стартап-проекту, наприклад, такі, як співпраця з відомими машинобудівними підприємствами.

**Висновок:**

Групова технологія у всіх напрямках використання дає великий економічний ефект. Підвищення продуктивності за рахунок переходу від технологій обробки деталей одиничного і мілко серійного, до продуктивних методів, які використовують у крупно серійному і масовому виробництвах. Використання високо продуктивної групової оснастки, введення механізації верстатів( створення упорів, вимикаючих пристроїв, інструментальних голівок). Також групова технологія дозволяє скоротити термін технічної підготовки виробництва. Зменшується вартість проектування оснастки шляхом заміни на групову. Модернізація верстатів також спрощується і при цьому зменшується її вартість, за рахунок цільової модернізації для обробки певних груп деталей.

## Список літератури

1. Маталин А.А. Технология машиностроения // Ленинград «МАШИНОСТРОЕНИЕ» Ленинградское отделение 1985 – 496с.
2. Митрофанос С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2х т. Т.1. Организация группового производства – 3е изд., перераб. и доп. Ленинград «МАШИНОСТРОЕНИЕ» Ленинградское отделение 1983 – 407с.
3. Митрофанос С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2х т. Т.2. Проектирование и использование технологической оснастки металлорежущих станков – 3е изд., перераб. и доп. Ленинград «МАШИНОСТРОЕНИЕ» Ленинградское отделение 1983 – 376с.
4. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства: Учеб. Пособ. – К. Выща шк. Головное изд-во, 1989 – 240 с.
5. Пуховские Е.С. Технология гибкого автоматизированного производства. – К.: Техника 1989 – 207с.
6. Митрофанов С.П. Прогрессивные методы технологической подготовки серийного производства. – М.:Машиностроение 1971. – 303с.
7. Технологическая оснастка многократного применения / Бирюков В.Д. , Егоров. А.И. и др. под ред. Полякова. – М.: Машиностроение 1981. – 404с.
8. Боярский В.Г. Переналаживаемая технологическая оснастка для групповой обработки // 2011. – 16с.
9. Соколовский А.П. Курс технологии машиностроения Часть 1/ Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва 1947. – 424с
- 10.Серков Е.А. Автоматизация процесса проектирования // 2009 - 59с.
- 11.Митрофанов С.П. Научная организация машиностроительного производства. Л: Машиностроение 1976 – 712с.
- 12.Яблочников Е.И. Метод разработки групповых технологических процессов для оборудования с числовым программным управлением. // 2009 г – 68с.
- 13.Любимов В.И. Организационно-технические основы гибкого автоматизированного производства: методическое пособие для студентов. // Минск: БНТУ, 2012 - 200с
14. Белов П. С. САПР технологических процессов: курс лекций / Москва, Берлин: ДИрект-Медиа 2019 – 150 с.
- 15.Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей/ За заг. ред. О.А. Гавриша. — Київ : НТУУ «КПІ», 2016. — 28 с.